



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

MOŽNOSTI SOFTWARE INVENTOR A POWERMILL PŘI 3D OBRÁBĚNÍ

INVENTOR AND POWERMILL TOOLS FOR 3D MACHINING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Tomáš PŘIBILÍK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Aleš POLZER, Ph.D.

BRNO 2012

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na možnosti využití geometrických modelů upínačů vytvořených v CAD softwaru Autodesk Inventor pro efektivnější práci s CAM softwarem PowerMILL. Obsahem práce jsou základní informace o CAD/CAM technologiích, tvorba databáze upínačů, ukázka tvorby upínače obrobku, ukázka tvorby upínače frézovacího nástroje a nakonec ověření možností vytvořených upínačů při použití v softwaru PowerMILL.

Klíčová slova

CAD/CAM, 3D obrábění, Inventor, PowerMILL, upínače

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on possibilities of usage of geometric models of work-holders created in CAD software Autodesk Inventor for more effective work with CAM software PowerMILL. Content of this thesis are basic informations about CAD/CAM technologies, creating a database of work-holders and tool-holders, demonstration of creating a work-holder, demonstration of creating a tool-holder and in conclusion a verification of possibilities of created work-holders and tool-holders in use of software PowerMILL.

Key words

CAD/CAM, 3D machining, Inventor, PowerMILL, work-holders, tool-holders

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PŘIBILÍK, Tomáš. *Možnosti softwarů Inventor a PowerMILL při 3D obrábění*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie, 2012. 42 s. Vedoucí práce Ing. Aleš POLZER, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **možnosti softwarů Inventor a PowerMILL při 3D obrábění** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

24. 5. 2012

.....
Datum

Tomáš Přibílík

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Aleši Polzerovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce a dále panu Pavlovi Šimonkovi z firmy DELCAM BRNO, s.r.o. za poskytnutí dočasné licence programu PowerMILL 2012.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 CAD/CAM technologie a jejich využití	9
1.1 CAD technologie	9
1.1.1 Způsoby geometrického modelování	10
1.1.2 Možnosti vytváření modelu	12
1.1.3 Výměnné formáty a CAD standardy	13
1.2 CAM technologie.....	14
2 Tvorba upínacích prvků obrobku pro frézování	15
2.1 Autodesk Inventor.....	15
2.2 Modelování upínačů	16
2.2.1 Modelování upínače jako jednoho dílu.....	16
2.2.2 Tvorba sestavy upínače.....	22
2.3 Souhrn vytvořených upínačů obrobků	24
3 Tvorba upínačů frézovacích nástrojů.....	25
3.1 PowerMILL	25
3.2 Tvorba upínačů	26
3.3 Souhrn vytvořených upínačů nástrojů	30
4 Struktura databáze upínačů	31
5 Ověření možností importovaných modelů do programu PowerMILL	32
ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	40
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD

V současné době je čím dál více využíváno výpočetní techniky pro řešení různých úkolů. Toto začleňování počítačů do běžného a hlavně pracovního života člověka má prosté důvody, kterými jsou usnadnění a urychlení práce (tím i náklady na práci), vyvarování se lidských chyb a mnohdy názornější reprezentace problému.

Tato práce se zabývá dvěma určitými oblastmi využití počítačů ve strojírenství. Těmi oblastmi jsou: počítačově podporované konstruování (CAD – *Computer-aided design*) a počítačově podporovaná výroba (CAM – *Computer-aided manufacturing*).

V oblasti CAD technologie jsou zmíněny typy a možnosti tvorby modelu a vybavenost jednotlivých skupin CAD softwarů. Obecně je zde popsáno, k čemu vlastně CAD slouží.

Hlavní náplní práce v oblasti CAD technologií je vytvoření databáze upínačů obrobků pomocí CAD softwaru Inventor 2012, který je produktem firmy Autodesk, Inc. Je zde názorná ukázka modelování svěráku a vytváření sestavy upínky. Vytvořenou databázi upínačů bude možné využívat ve výuce FSI VUT v Brně.

V oblasti CAM technologie jsou podány základní informace o této technologii a rozdělení jednotlivých CAM softwarů dle jejich možností. Práce je v této oblasti výhradně zaměřena na CAM software PowerMILL 2012 firmy DELCAM.

PowerMILL je světovou špičkou mezi CAM softwary, který umožňuje 2,5D až 5-osé plynulé obrábění se spoustou dalších výhod. Hlavní náplní práce s tímto softwarem je ověření možností importovaných modelů upínačů vytvořených v softwaru Inventor. V softwaru PowerMILL lze vytvořit kompletní sestavu stroj-nástroj-obrobek + upínače, kde upínačům je možné nastavit libovolné přídavky, na které se k nim nástroj nemůže přiblížit a tím lze docílit bezkolizního průběhu obrábění.

1 CAD/CAM TECHNOLOGIE A JEJICH VYUŽITÍ

CAD a CAM jsou jedněmi z mnoha skupin spadajících do takzvaných CAX technologií. CA – *Computer-aided* (počítačově podporováno). Do těchto technologií spadá např. konstrukce (kreslení), výroba, kontrola kvality, plánování výroby atd. CAX může provázet celý životní cyklus výrobku od návrhu až po jeho prodej a servis.

1.1 CAD technologie

CAD – *Computer-aided design* (počítačově podporovaná konstrukce). Hlavním posláním CADu bylo na samém počátku jeho vzniku nahrazení ručního kreslení výkresů na papír kreslením pomocí počítače (computer-aided drawing). Hnací silou ve vývoji CAD systémů byla snaha zvýšit produktivitu konstruktérů tím, že se zautomatizují zdoluhavé a opakující se aspekty konstrukce a také snaha zvýšení preciznosti navrhovaných modelů. Byly vytvořeny nové techniky kreslení s cílem předejít omezením v konvenční praxi, zejména při řešení složitých konstrukcí, jako je například karoserie automobilu. CAD jednoduše umožňuje konstruktérovi řešit úlohy rychleji a přesněji, nebo způsobem, který nemůže být dosažen jinými prostředky. [1]

Využívání CADu otevřelo celou řadu výhod a možností pro konstruktéra. Některé z nich jsou tyto: [2]

- Objekt je reprezentován jeho geometrickým modelem. Nejdříve ve dvou, později i ve třech dimenzích (X, Y a Z).
- Model lze libovolně posouvat a natáčet na požadovaný pohled.
- Kreslení není omezeno velikostí kreslicí plochy (jak tomu bývá u ručního kreslení) tudíž odpadá nutnost používat měřítko.
- Výkresy (nebo modely) mohou být vytvořeny s vysokou přesností.
- Některé sekce mohou být vytvořeny automaticky (např. zaoblení, sražení hran atd.).
- A spousta dalších výhod...

V současnosti je na trhu velké množství CAD softwarů. Za nejnižší řadu se považují softwary vytvářející pouze 2D objekty a obsahují jen základní prvky pro jejich tvorbu. Vyšší řadou jsou softwary také vytvářející 2D objekty, ale obsahují všechny prvky pro jejich tvorbu (plná verze). Některé mohou dokonce vytvořit jednoduchý drátový 3D model. Nejznámějším 2D softwarem je AutoCAD od firmy Autodesk. Předposlední řadu tvoří softwary umožňující tvorbu 3D modelů, jejich vizualizaci, tvorbu sestav z vytvořených součástí, tvorbu výkresových dokumentací na základě vytvořeného 3D modelu (avšak nemusí) atd. Do této skupiny spadají programy jako je Autodesk Inventor, SolidWorks a jiné. Nejvyšší řadu tvoří programy obsahující prvky všech nižších zmíněných řad, jsou stavěné modulárně a zákazník si objedná jejich funkce dle potřeby. Tyto softwary nejsou pouze CAD, ale obecně CAX. Reprezentanty jsou např. Catia, Pro/E a NX.

Výstupem CAD softwarů jsou elektronická data. Jelikož výroba čím dál více vstupuje do digitální podoby, není již kladen důraz na výstup v papírové podobě, ale na úplné integraci. To znamená, že informace vytvořené v CAD databázi mohou být přímo přeneseny do CAPP/CAM databáze. Proto výstupní CAD data nemusí obsahovat jen informace o geometrii modelu, ale také mohou obsahovat informace o materiálu, rozměrech, stavu povrchu, tolerancích atd. CAD data jsou základem pro práci s CAM softwary. [1]

1.1.1 Způsoby geometrického modelování

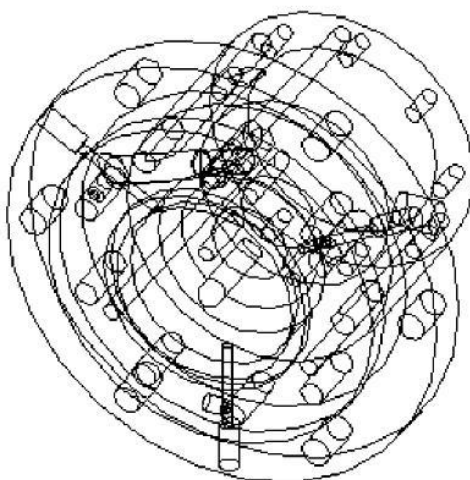
První modelovací systémy byly schopné vytvářet pouze drátové modely a to v 2D, kdy výstupem byl „vyplotterovaný“ výkres. Nicméně zatímco výkresy postačují jako informace pro člověka, nejsou dostačující pro počítačové aplikace. Postupem času se začaly vytvářet aplikace pro tvorbu 3D drátových modelů. Tyto 3D drátové modely však stále nepostačovaly potřebám např. automobilovému nebo leteckému průmyslu, kde bylo třeba vytvářet celistvé a složité tvary. Proto bylo vytvořeno plošné modelování, které poskytuje lepší vizualizaci modelu součásti a mimo jiné umožňuje tvorbu drah řezného nástroje pro obrábění v CAM programech. Nakonec bylo možné vytvářet také objemové modely, např. pro počítačové řešení pevnostních analýz. [1,3]

Počítačová reprezentace geometrie součásti pomocí softwaru se nazývá geometrický model. Geometrické modelování je prováděno třemi základními způsoby, které jsou: [2]

- Drátové modelování
- Plošné modelování
- Objemové modelování

1.1.1.1 Drátové modelování

Drátové modelování bylo vyvinuto jako vůbec první způsob geometrického modelování a také je jeho základem. U drátového modelování je objekt reprezentován jeho okraji. Základní subjekty jsou zde body, úsečky, oblouky a kružnice, kuželosečky a jiné typy křivek. Nevýhodou zde je, že čím více je součást složitá, tím méně je přehledná (obr. 1) a co je více důležité pro strojírenství, CAM programy na jejich základě nejsou schopny vygenerovat dráhu pro nástroj, jelikož k tomu potřebují plochy. Je však možné použít drátový model (většinou 2D) jako vodící dráhu nástroje. [1,2,3]

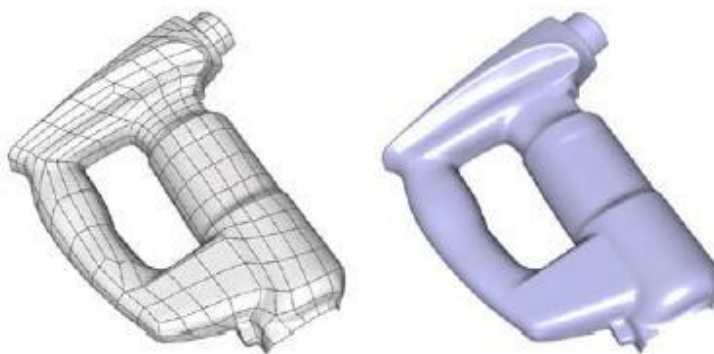


Obr. 1 3D drátový model. [3]

1.1.1.2 Plošné modelování

U plošného modelování je těleso reprezentováno jeho plochami, které jsou zase reprezentovány jejich okraji a vrcholy. Tento způsob modelování byl krokem vpřed v zobrazení chybějících částí mezi okraji drátového modelu. Plošné modelování se stalo velmi populárním v automobilovém a leteckém průmyslu. Nevýhodou je, že vyžaduje

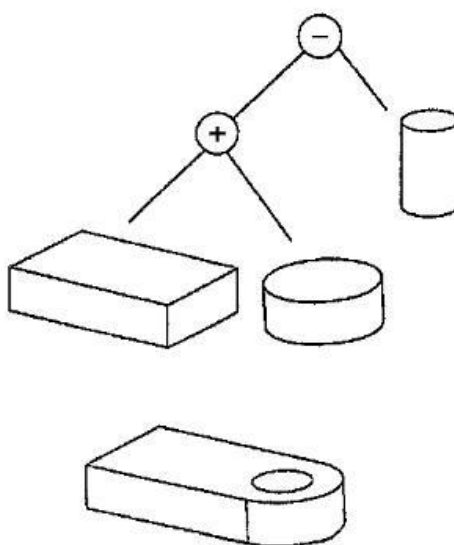
vyšší zkušenosti konstruktéra, jelikož vytvoření plochy složitějšího tvaru může být velmi náročnou záležitostí. Na základě plošného modelu (obr. 2) je možné v CAM programu vytvořit dráhu pro nástroj. [2,3]



Obr. 2 Plošný model. [1]

1.1.1.3 Objemové modelování

Ačkoli pro hodně strojírenských účelů postačuje drátový nebo plošný model, rostoucí využití počítačů v technických analýzách, nebo ve vytváření různých technických informací znamená, že reprezentace reálného objektu by měla být co nejvíce kompletní. Z tohoto důvodu bylo vyvinuto objemové modelování a stalo se dominantní formou v tvorbě modelů. V objemovém modelování lze přiřadit vlastnosti (např. materiálové) nejen vytvořenému modelu, ale také prostředí okolo něj. Objemové modelování si našlo široké spektrum využití, jako je například analýza metodou konečných prvků, fluidní inženýrství, tvorba drah nástroje v CAM softwarech, generování CAPP (počítačově podporované plánování výroby) atd. Modely se vytváří různými tvary jako je např. krychle, válec, kužel atd. (co si konstruktér vytvoří v kreslicí rovině a následně vysune do prostoru), které lze vzájemně na sebe skládat a slučovat, nebo od sebe odebírat (obr. 3). [1]



Obr. 3 Tvorba objemového modelu. [3]

1.1.2 Možnosti vytváření modelu

V praxi se může stát, že je potřeba vytvořený model (výkres) upravit, nebo vytvořit více verzí. Tyto změny u dřívějších programů znamenaly, že bylo nutné celý model překreslit (např. smazat vytvořenou čáru a nakreslit novou s jinou délkou). Aby se předešlo těmto nepříjemným úkonům, byly vytvořeny nové přístupy v tvorbě modelu. Mezi nejpoužívanější patří modelování založené na prvcích, parametrické a variační modelování. [1]

1.1.2.1 Modelování založené na prvcích

Model součásti může být postaven pomocí prvků, což je známo jako konstruování pomocí prvků, nebo také modelování založené na prvcích. Člověk může dostat ať už více či méně kompletní model a rozeznat na něm jednotlivé prvky. [1] Těmito prvky se myslí např. vysunutí (přidání vysunutím, odebrání vysunutím), rotace kolem osy, tažení po křivce, zaoblení a spousty dalších dle vybavenosti softwaru. Prvky, které jsou zároveň parametrické, vytváří velkou výhodu v možnostech změn na modelu.

1.1.2.2 Parametrické modelování

Parametrické modelování je metoda, při níž jsou propojeny rozměry a proměnné modelu tak, že při změně jednoho parametru se okamžitě změní celý model – tedy schopnost řízení rozměrů (např. délku úsečky řídíme změnou hodnoty její kóty). [1] U parametrického modelování se nákres vytváří tak, že je možné nakreslit přibližný tvar součásti a poté mu dodat rozměry pomocí kót a vazeb. Mezi vazby patří rovnoběžnost, kolmost, tečnost, soustřednost, atd. Také je možné vzájemně vázat hodnoty kót matematickými funkcemi – když chceme, aby kóta označena jako d1 byla vždy 2 x větší než kóta označena jako d2, jednoduše napíšeme $d1 = 2 \times d2$.

U neparametrického modelování je nutné kreslit přesně na konečný tvar, jelikož pozdější změny lze provádět pouze překreslováním.

1.1.2.3 Variační modelování

Variační modelování je metoda využívající základní teorii grafů a technik pevného řešení mezi k poskytnutí možnosti řízení pomocí omezení. Jak tato definice napovídá, variační modelování je velice podobné parametrickému. V praxi jsou termíny parametrické a variační téměř zaměnitelné. Z pohledu uživatele jsou tyto dva způsoby tolik podobné, že nelze surčitostí říct, jaký je zrovna používán. Ve skutečnosti může být variační modelování považováno za nadmnožinu parametrického. [1]

1.1.2.4 Programy s historií a bez historie vzniku modelu

Programy s historií vzniku modelu bývají také parametrické, kde se vytvářejí propojení mezi jednotlivými prvky historie. Historie vzniká postupně podle toho, jaké prvky byly po sobě použity – vzniká stromová struktura. Výhodou zde je, že dostáváme informaci o tom, jak byl model vytvořen. Prvky v historii je možné upravovat a také přesouvat. Upravování a přesouvání prvků však není libovolné, závisí na tom, jak jsou mezi sebou provázány. Nevýhodou zde je, že při úpravě např. prvku na počátku historie se může celý model „sesypat“ (následující prvky nemohou být vytvořeny, jelikož jsou vytvářeny na základě tohoto prvku a jeho úpravou byla tato návaznost znemožněna).

Existují i programy využívající parametrické modelování bez historie vzniku modelu. Tyto programy využívají tzv. přímé modelování. Model tímto způsobem jde upravovat i bez

informací o jeho vzniku. Tato technologie je poměrně nová a otevírá nové možnosti ve světě modelování.

Programy bez historie vzniku modelu jsou většinou neparametrické a pouze 2D (např. AutoCAD).

1.1.3 Výměnné formáty a CAD standardy

Na trhu je velké množství CAD programů a každý má vlastní formát výstupních dat. Jelikož v praxi bývá většinou nutné sdílet vytvořená CAD data např. mezi spolupracujícími firmami využívajícími odlišné softwary, může dojít k problémům s kompatibilitou. Z tohoto důvodu byly vytvořeny neutrální formáty.

Neutrální formáty mohou být vytvořeny přímo používaným programem. Pak je v tomto případě nutné, aby vytvořený formát byl podporován programem, ve kterém chceme data otevřít. Pak tu jsou tzv. externí překladače, které podporují velké množství formátů jak vstupních, tak výstupních. Neutrální formáty (i jiné) se nevyužívají pouze pro výměny dat mezi CAD softwary, ale také mezi CAD a CAM.

Tvorbou neutrálních formátů může docházet k problémům. Těmito problémy jsou ztráty informací o modelu – část modelu může chybět, nebo u sestav chybí vazby mezi jednotlivými součástmi. Největší nevýhodou při používání výměnných formátů (nebo i jiných formátů, které nejsou vlastní danému programu) je, že dochází ke ztrátě historie vzniku modelu. Takový model lze upravovat pouze přímým modelováním (viz. 1.1.2.4).

Formáty, které se staly standardy: [1,2,3,4]

- DXF (drawing exchange format)
- PDES (product data exchange specification)
- IGES (initial graphic exchange standard)
- STEP (standard for the exchange of product model data)
- VDA (verband der automobilindustrie)
- STL (stereolithography)
- XML (extensible markup language)
- 3DXML (3D extensible markup language)
- GKS (graphics kernel system)
- PHIGS (programmer's hierarchical interactive graphics system)
- A další

Tyto formáty se liší dle toho, jaký typ informací jsou schopny nést.

Za nejpoužívanější standardy by se mohly považovat DXF (pro výkresové dokumentace), IGES, STEP, VDA a STL. Bližší informace o těchto formátech lze najít ze zdrojů [1,2,3,4].

1.2 CAM technologie

CAM – *Computer-aided manufacturing* (počítačově podporovaná výroba, nebo lépe počítačově podporované obrábění). CAM softwary slouží pro tvorbu programu na ovládání CNC obráběcích strojů – G kódu. Cílem je výrazné snížení doby přípravy výroby. Ruční psaní G kódů může být velmi složitá, namáhavá a zdlouhavá činnost hlavně u tvarově složitých součástí. Jedná se hlavně o frézování a soustružení. Hlavní slovo zde bude mít frézování.

Vstupem do CAM programů jsou CAD data, obsahující informace o tvaru konečného výrobku, na jejichž základě je generována dráha řezného nástroje a ta je následovně přeložena postprocesorem na G kód.

CAM softwary by se daly rozdělit do několika skupin stejně jako CAD softwary. První rozdělení CAM softwarů by mohlo být:

- 2D
- 2,5D
- 3D
- 5-osé

2D obrábění je spíše záležitost jednoduchého soustružení, kdy se řezný nástroj pohybuje pouze ve dvou osách (X, Z) a není provázán pohyb vřetene s posuvem. 2,5D frézování znamená, že nástroj zajede do materiálu po určité rovinu (hloubku) a dále už se pohybuje jen ve dvou osách dané roviny. 3D frézování umožňuje obrábění tvarově členitých součástí s různými nesymetrickými výstupky, tvarovými plochami atd. Nástroj (nebo obrobek) se pohybuje ve třech osách (X, Y, Z). 5-osé frézování umožňuje naklápění nástroje (nebo obrobku) a otáčení obrobku kolem jedné osy, čímž lze obrábět i boční strany obrobku (např. vyvrtání boční díry). 5-osé frézování se rozděluje na dvě základní skupiny a to je 3+2-osé a souvislé 5-osé. U 3+2-osého frézování se obrobek nejdříve natočí a naklopí dle potřeby a poté je prováděno frézování pouze ve třech osách, kdežto u souvislého 5-osého frézování se natáčení a naklápění provádí přímo za pochodu kdy je nástroj v záběru.

Další rozdělení by mohlo být dle vybavenosti softwarů. Může to být například počet nabízených obráběcích strategií, možnost upravovat vygenerované dráhy řezného nástroje a následné simulace obrábění. Dále některé CAM softwary neumožňují pouze tvorbu G – kódu, ale jsou schopny kontrolovat kolize. Do takovýchto programů je většinou možné importovat celou sestavu stroj–nástroj–obrobek a různé upínače atd. (samozřejmě vytvořeny v CAD programu). Tato vytvořená sestava je pomůckou pro tvorbu dráhy řezného nástroje, která je vytvořena tak, aby ke kolizím nedošlo. Upínačům je možné nastavit přídatky – minimální vzdálenost, na kterou se k nim smí nástroj přiblížit.

2 TVORBA UPÍNACÍCH PRVKŮ OBROBKU PRO FRÉZOVÁNÍ

Upínací prvky byly vymodelovány v programu Autodesk Inventor Professional 2012 (studentská verze) a dále použity v programu PowerMILL 2012.

2.1 Autodesk Inventor

Produkty Autodesk Inventor jsou 3D CAD softwary nabízející kompletní a flexibilní sadu softwarových nástrojů pro 3D strojírenské navrhování, simulaci výrobků, tvorbu nástrojů, zakázkový vývoj a komunikaci návrhů. Inventor pomáhá přejít z 3D navrhování k tvorbě digitálních prototypů. Umožňuje navrhovat, prezentovat a simulovat výrobky na přesném 3D modelu před tím, než dojde k jejich výrobě, čímž se minimalizuje potřeba vytvářet fyzické prototypy. Vytváření digitálních prototypů v aplikaci Autodesk Inventor pomáhá firmám navrhovat dokonalejší výrobky, snižovat náklady na vývoj a rychleji uvádět výrobky na trh. [5]

Softwarové produkty Autodesk Inventor poskytují intuitivní parametrické prostředí pro navrhování prvotních koncepčních skic a kinematických modelů součástí a sestav. [5]

Seznam nabízených funkcí softwaru: [5]

- 3D strojírenské navrhování – sjednocení pracovních postupů přímého modelování a parametrického navrhování.
- Interoperabilita s formátem DWG – Bezpečná integrace dat AutoCADu a 3D v jediném digitálním modelu.
- Navrhování velkých sestav, plastových dílů a plechu.
- Vizualizace návrhů a výrobní dokumentace – zkvalitnění spolupráce s partnery a zákazníky.
- Automatizace navrhování – zvýšení produktivity automatizací opakovaných prací na návrzích.
- Integrovaná simulace a analýza metodou konečných prvků (FEA) – snadná simulace a optimalizace návrhu v digitální podobě.
- Návrh trasových systémů – optimalizace návrhu elektrických systémů, složitých vedení trubek a potrubí.
- Tvorba návrhu forem – Návrh, analýza a výroba vysoce kvalitních lisovaných plastových součástí.

Inventor podporuje celou řadu cizích formátů dat (samozřejmě s určitými omezeními (viz. 1.1.3). Importovat lze data z aplikací CATIA V4, CATIA V5, Pro/ENGINEER, Parasolid, SolidWorks a NX, dále formáty SAT, JT, STEP a IGES. Možné je také exportovat do jiných formátů. Lze ukládat jako data aplikací CATIA V5, Pro/ENGINEER a Parasolid, dále jako formáty SAT, STEP, IGES, JT a STL.

2.2 Modelování upínačů

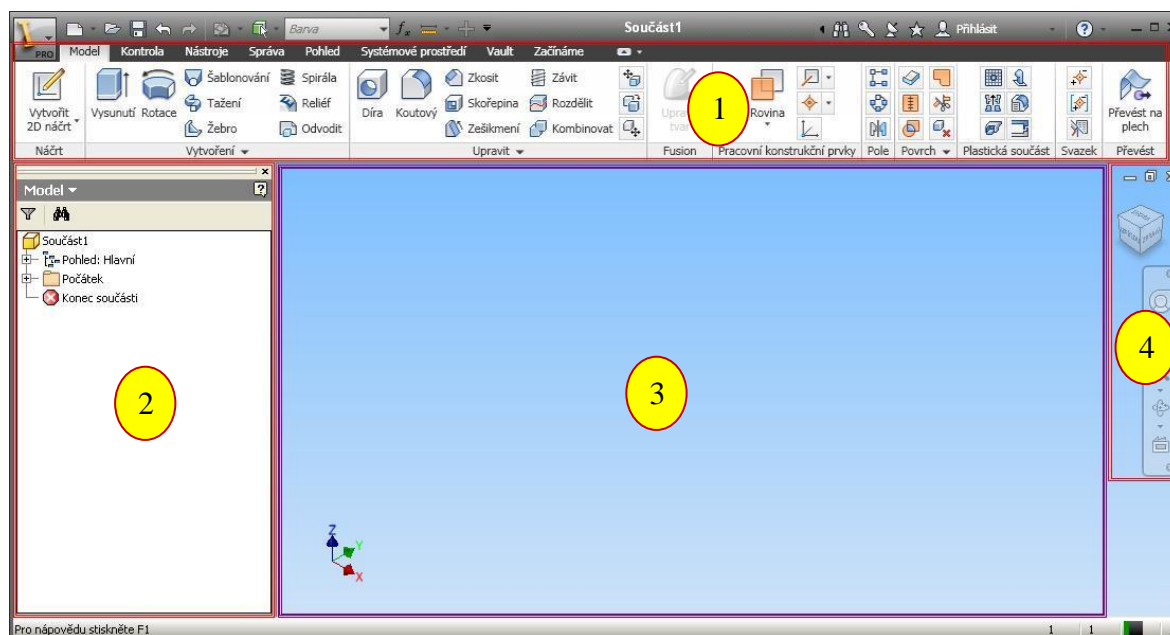
V této kapitole je názorně ukázáno na jednom příkladu, jakým způsobem se vytvářely modely a sestavy upínačů.

Jelikož budou vytvořené modely použity v programu PowerMILL jako pomůcky pro vizualizaci a pro tvorbu bezkolizní dráhy řezného nástroje, není třeba modely vytvářet s přílišnými detaily. Hlavní je vytvořit „důležité“ vnější tvary upínačů, kde může dojít ke srážce s nástrojem.

2.2.1 Modelování upínače jako jednoho dílu

Pro ukázkou modelování byl vybrán svěrák polské firmy BISON-BIAL S.A., jejíž autorizovaným distributorem v česku je firma ZJP s.r.o. Tento svěrák je v katalogu označen číslem 6512, ke kterému je možné připojit točnu a vytvořit z něj otočný svěrák. V kombinaci s točnou je označován číslem 6537. V katalogu jsou zobrazeny pouze základní rozměry, proto bylo nutné si ostatní rozměry domýšlet a vytvořený model tak není úplně zaměnitelný s reálným svěrákem.

Pro vytvoření dílu v Inventoru se po jeho otevření klepne na nabídku „nový“ a následně se zvolí ikona „součást“ – otevře se pracovní prostředí pro vytvoření součásti (obr. 4).

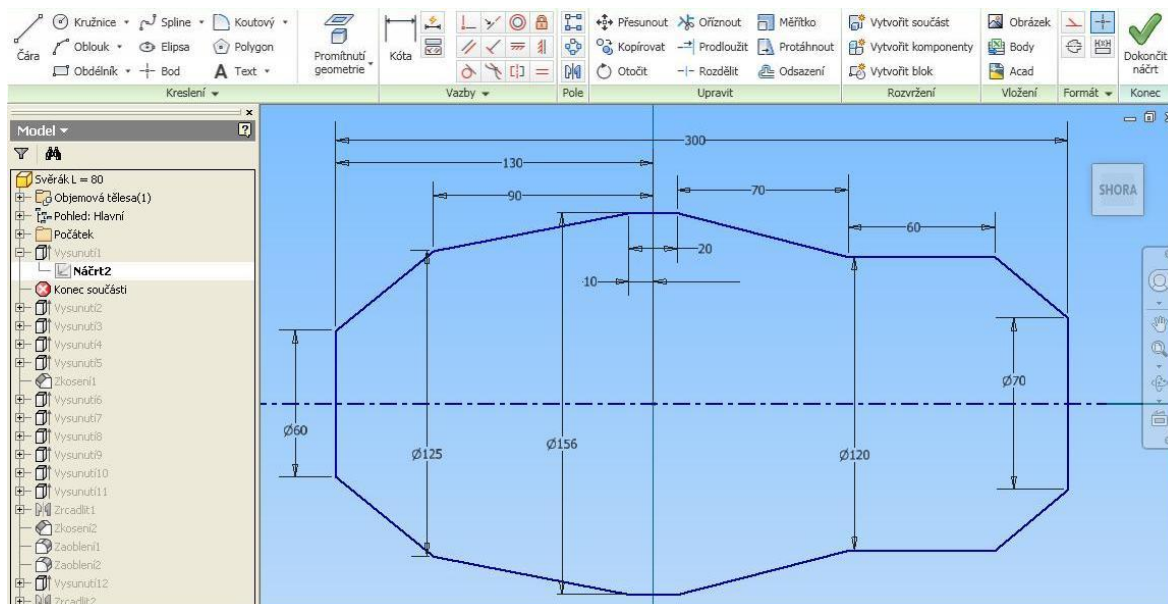


Obr. 4 Pracovní prostředí Inventoru pro tvorbu součásti.

Vysvětlivky:

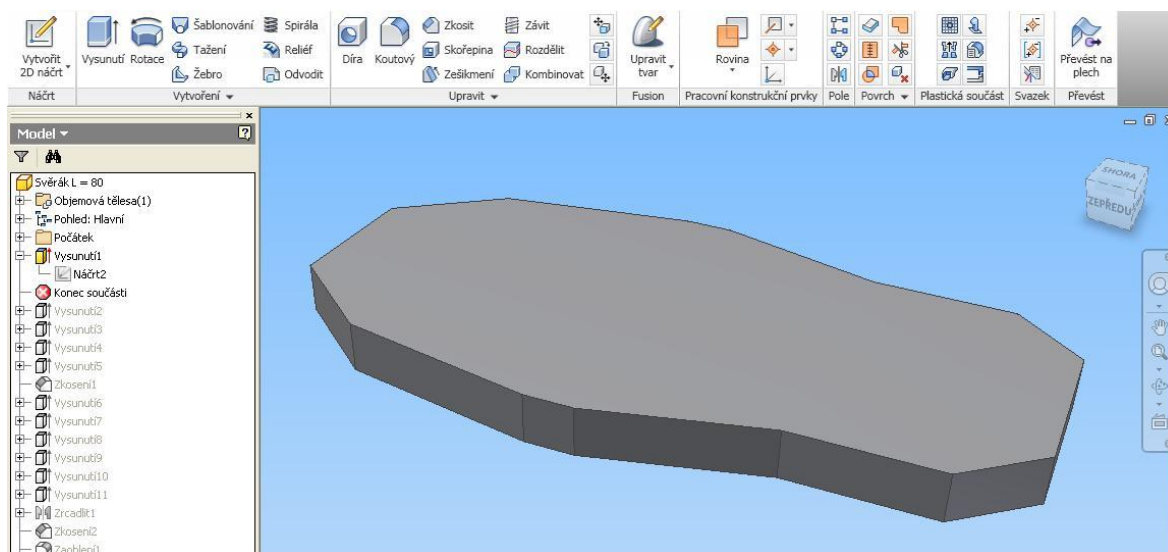
1. Panely nástrojů – prvky pro tvorbu modelu, správu dokumentu atd.
2. Informace o modelu a jeho historie – ve stromové struktuře jsou informace o postupné tvorbě modelu.
3. Kreslicí prostor – prostor pro tvorbu a vizualizaci modelu.
4. Prvky navigace – natáčení, zoomování a posouvání modelu (více využívané a praktičtější je ovládání myši spolu s klávesovými zkratkami).

Prvním krokem v tvorbě modelu je vytvoření skici. Skica je 2D rovina určená pro tvorbu náčrtu, se kterým se dále pracuje (vysunutí, rotace kolem osy atd.) V tvorbě svěráku byl jako první nakreslen náčrt ‚podstavce‘ v rovině XY (obr. 5).



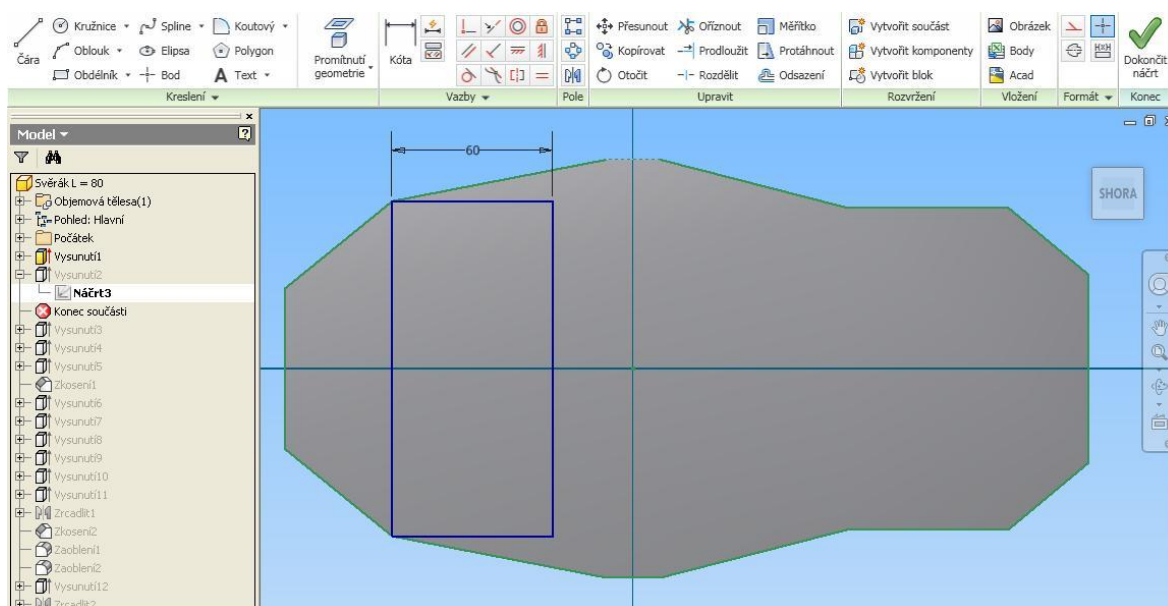
Obr. 5 Náčrt ‚podstavce‘ svěráku.

Nejprve byl nakreslen přibližný tvar podstavce a to pouze horní polovina, jelikož jak je vidět, je v jedné ose souměrný. Následně byl tento přibližný tvar pomocí kót a vazeb upraven na konečný tvar (díky parametrickému modelování viz. 1.1.2.2) a to tak, aby byl plně zavazben (nedalo se s ničím posouvat – pozná se to tak, že jsou všechny čáry a body modře a navíc nám sám inventor v dolním pravém rohu říká, kolik vazeb (kót) chybí). Poté byla horní polovina podstavce pomocí příkazu zrcadlení ozrcadlena podle osy souměrnosti. Výsledný obrys podstavce byl následně pomocí příkazu vysunutí vysunut do prostoru s požadovanou výškou (obr. 6).



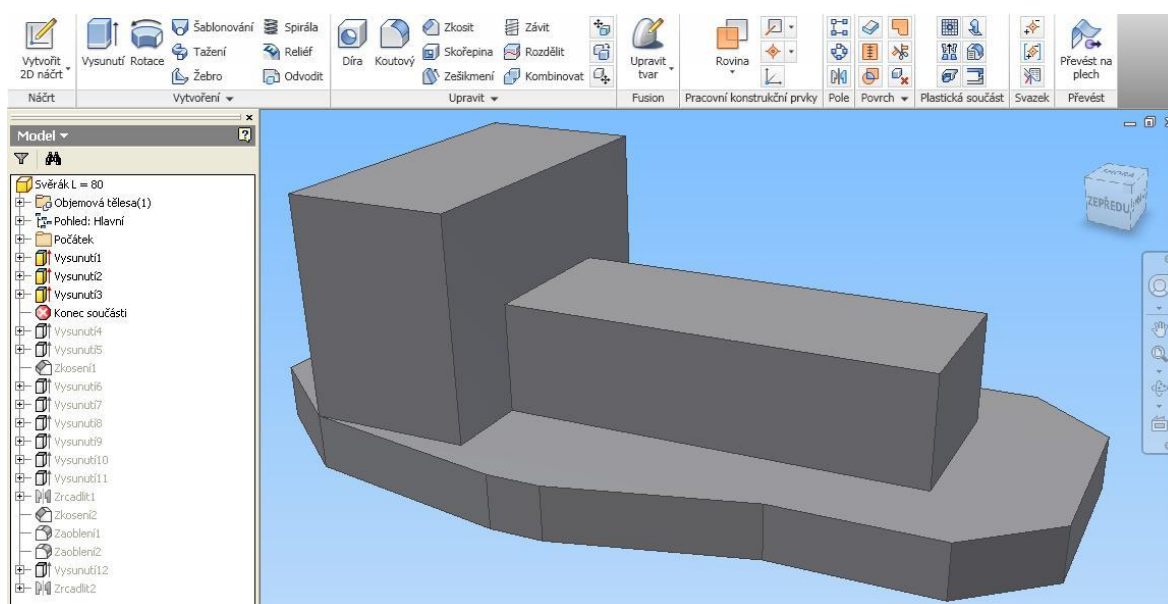
Obr. 6 Hotový podstavec svěráku.

V dalším kroku byl vytvořen počáteční tvar pevné čelisti (obr. 7). Skica byla vytvořena na horní ploše podstavce.



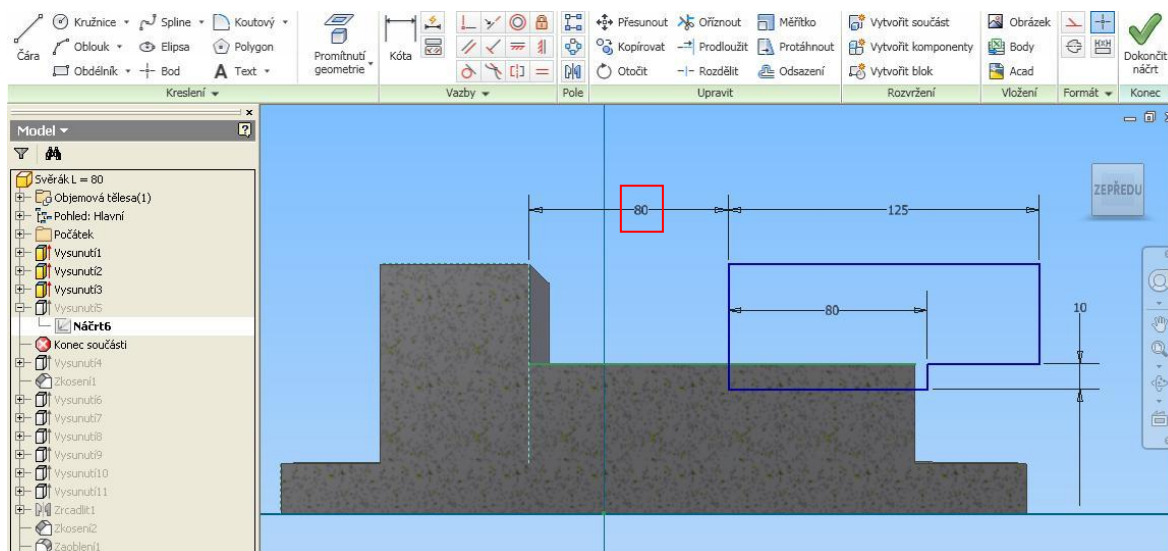
Obr. 7 Náčrt hrubého tvaru pevné čelisti.

Pro vytvoření hrubého tvaru pevné čelisti bylo využito příkazu obdélník. Aby se tento obdélník nemusel kótovat od počátku souřadného systému, využil se příkaz promítnutí geometrie. Tento příkaz umožňuje promítnout uživatelem vybrané hrany (čáry) již vytvořených objemů nebo skic. Zde byl promítnut obrys vytvořeného podstavce. Promítnuté čáry jsou zelené a nelze je nijak upravovat (např. změnit délku), jelikož jsou závislé na prvku, který byl promítnut. Obdélník byl zavazben pomocí levého horního a dolního rohu v bodech zlomu promítnutých čar a kóty šířky. Následuje příkaz vysunutí. Podobným způsobem byl vytvořen i rám, po kterém se pohybuje hybná čelist (obr. 8).



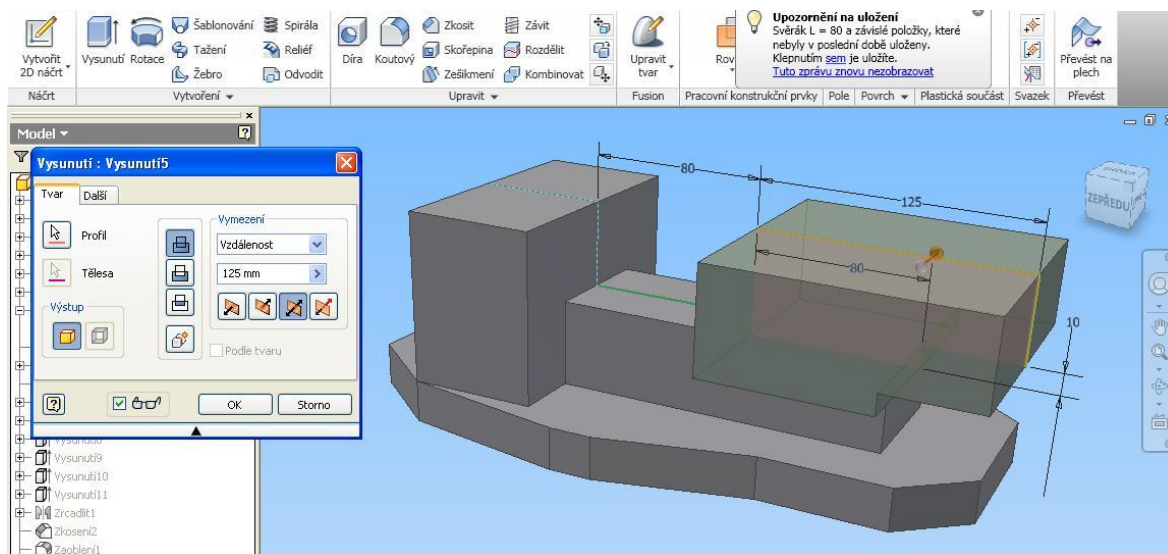
Obr. 8 Podstavec s hrubým tvarem pevné čelisti a rámu pro pohyblivou čelist.

Následuje tvorba hrubého tvaru pohyblivé čelisti (obr. 9). Náčrt byl proveden v rovině XZ, tedy kolmo na dosavadně používanou rovinu XY. Tato rovina také rozděluje model na dvě osově souměrné poloviny.



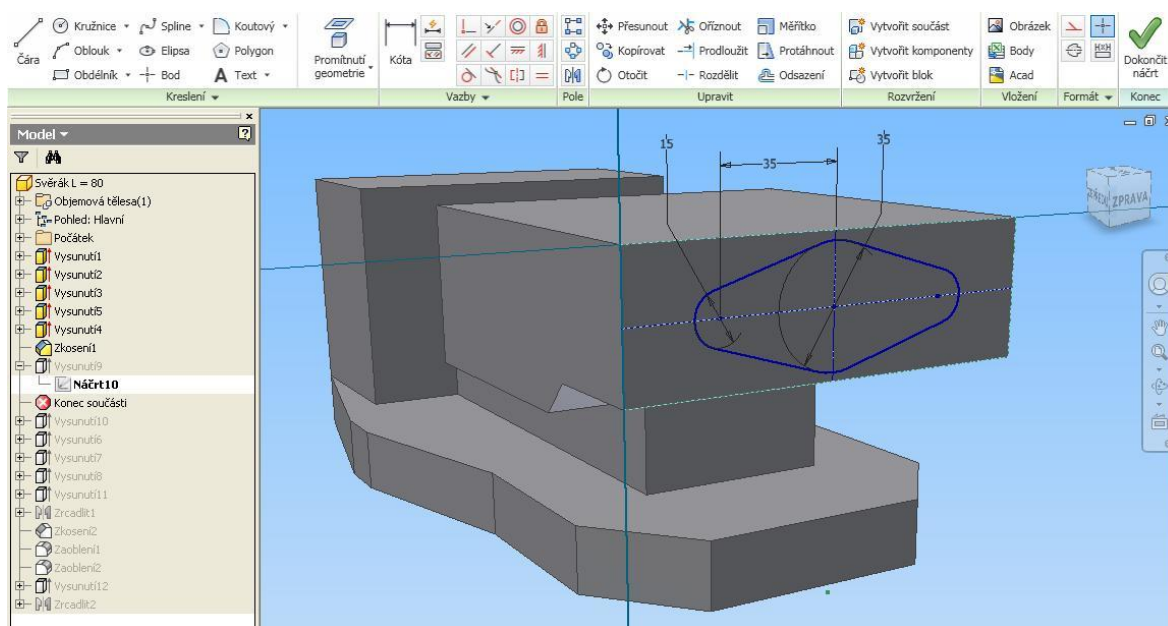
Obr. 9 Náčrt hrubého tvaru pohyblivé čelisti.

Pro lepší viditelnost byl náčrt zobrazen v řezu klepnutím pravého tlačítka myši do kreslicího prostoru a zaškrtnutí nabídky zobrazit v řezu. Zde je důležité nákres zavazbit a zakótovat tak, aby se změnou kóty v červeném rámečku dalo posouvat celou pohyblivou čelistí. Je to důležité z toho hlediska, aby bylo možné v programu PowerMILL upínat různé délky obrobků a nemuset proto v Inventoru svěrák překreslovat, ale pouze změnit jedinou kótu. Pro nákres bylo opět využito promítnutí některých hran již hotového objemového tělesa. Nakonec byl opět náčrt vysunut do prostoru, tentokrát souměrně na obě strany od kreslicí roviny (obr. 10).



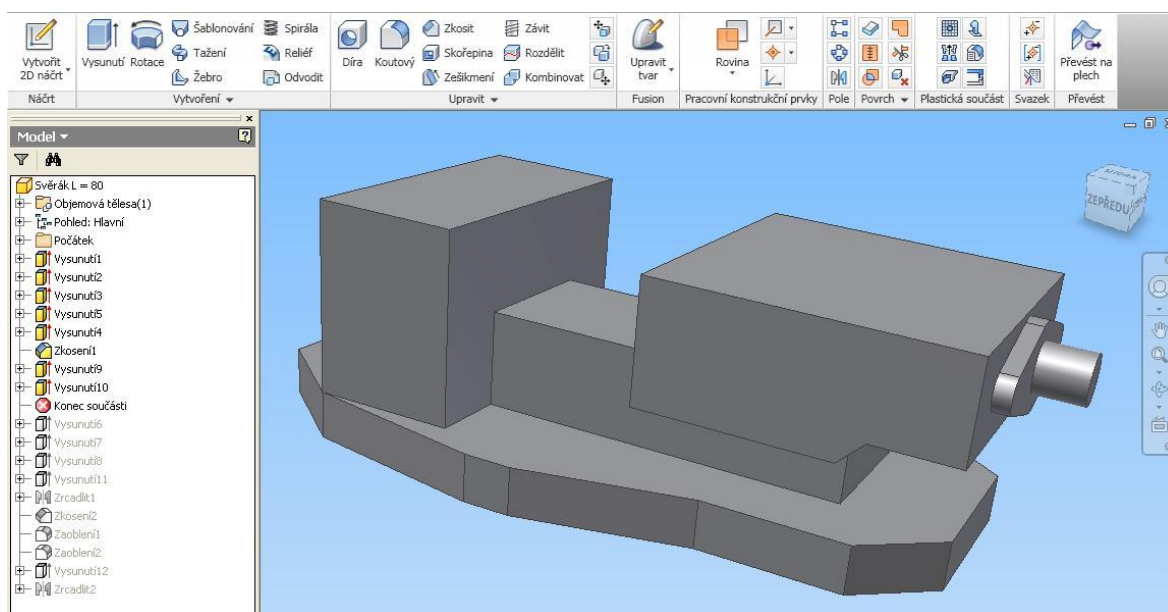
Obr. 10 Tvorba pohyblivé čelisti.

Další součástí svěráku je také „stopka“ pomocí které se za použití kliky svěrák utahuje. Tato stopka je umístěna na zadní straně pohyblivé čelisti (obr. 11).



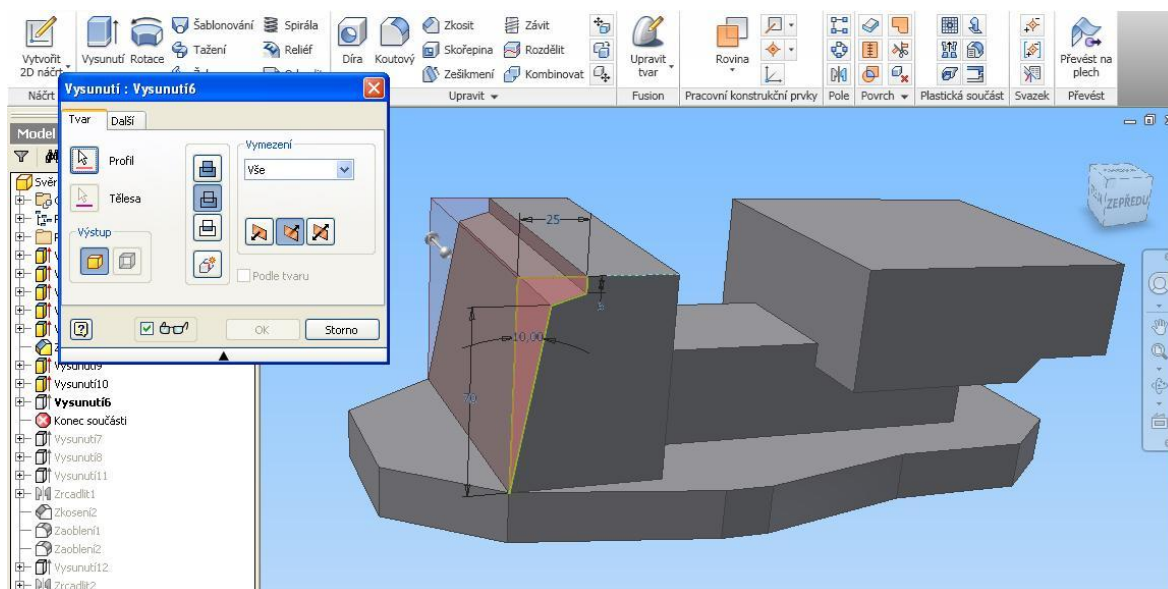
Obr. 11 Náčres k vytvoření části stopky.

Skica byla vytvořena na zadní ploše svěráku. Postup vazbení a kótování stejně jako u předchozích náčresů pomocí promítнутých hran. Po vysunutí tohoto náčrtu se na něj ještě napojí vlastní stopka, kterou otáčí klíč. I když má tato stopka tvar čtyřúhelníku, je vytvořena jako válec. Jelikož je to rotační součást, natočená může být ve výsledku jakkoliv. Po vytvoření této stopky vznikl jakýsi hrubý tvar svěráku (obr. 12).



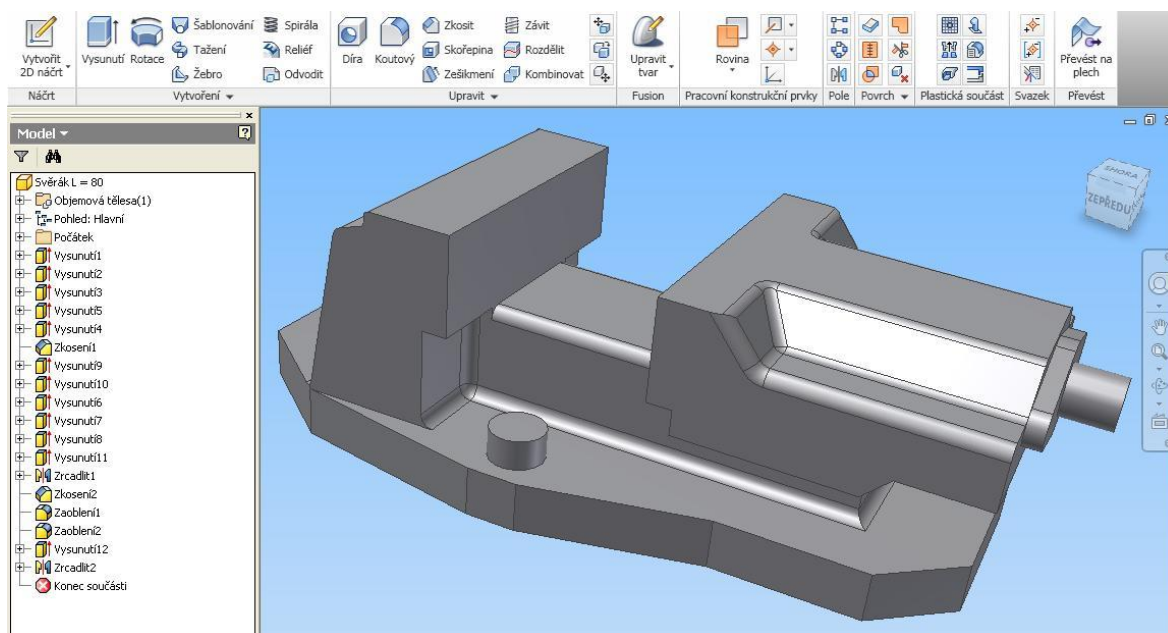
Obr. 12 Hrubý model svěráku.

Pro dokončení tvaru svěráku bylo dále používáno pouze odebrání vysunutím (obr. 13).



Obr. 13 Odebírání objemu.

Tímto způsobem je postupně odebírán objem v různých místech na potřebné tvary svěráku. U ubírání objemu z pohyblivé čelisti (obecně u všech částí modelu, které budeme chtít nějakým způsobem přesouvat) je důležité načrty vazbit pouze k této pohyblivé čelisti, aby se vzniklý náčrt posouval zároveň s touto částí modelu a ubíraný objem tak zůstával stále ve stejném místě. Byly vytvořeny i hlavy šroubů připevňující svěrák ke stolu frézky, které samozřejmě mohou také způsobit kolizi s nástrojem (mohou být přidány v PowerMILLu jako další samostatná součást, ale tento způsob je „pohodlnější“). Nakonec se zaoblí a zkosí potřebné hrany a model je hotov (obr. 14).



Obr. 14 Hotový model svěráku.

2.2.2 Tvorba sestavy upínače

Jak bylo zmíněno už dříve, v Inventoru lze vytvářet i sestavy z jednotlivě vymodelovaných dílů. Pro ukázkou vytvoření sestavy byla vybrána zahnutá upínka spolu s T-šroubem, maticí, podložkou a stupňovitým stojanem. Všechny tyto součásti byly vytvářeny dle produktů německé firmy AMF, kterou v Česku zastupuje společnost NAROS spol. s.r.o.

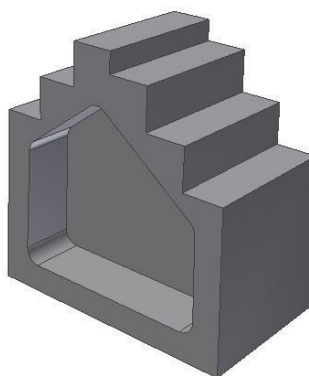
Pro vytvoření sestavy se po otevření Inventoru klepne na nabídku „nový“ a následně se zvolí ikona „sestava“. Pracovní prostředí je stejné jako u vytváření součásti s tím rozdílem, že ve stromové struktuře se postupně zobrazují vložené díly na místo historie vzniku modelu a samozřejmě zde nejsou prvky pro tvorbu součásti. Sestava se vytváří pomocí vazeb (obr. 15).



Obr. 15 Okno vazeb.

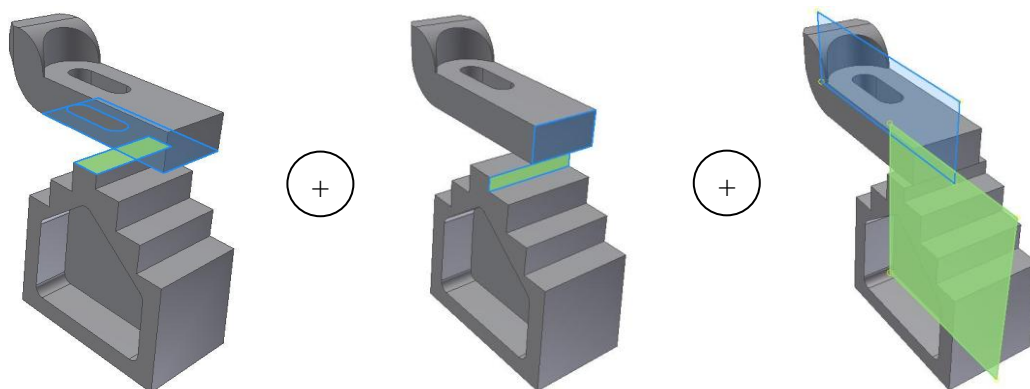
Typy vazeb zleva: proti sobě, úhel, tečně, vložit.

Jako první se do sestavy vkládá „základní těleso“, které je ukotveno a nelze s ním pohybovat. Dále se postupně vkládají další díly a pomocí vazeb se vzájemně spojují. Základním tělesem byl zvolen stupňovitý stojan (obr. 16).



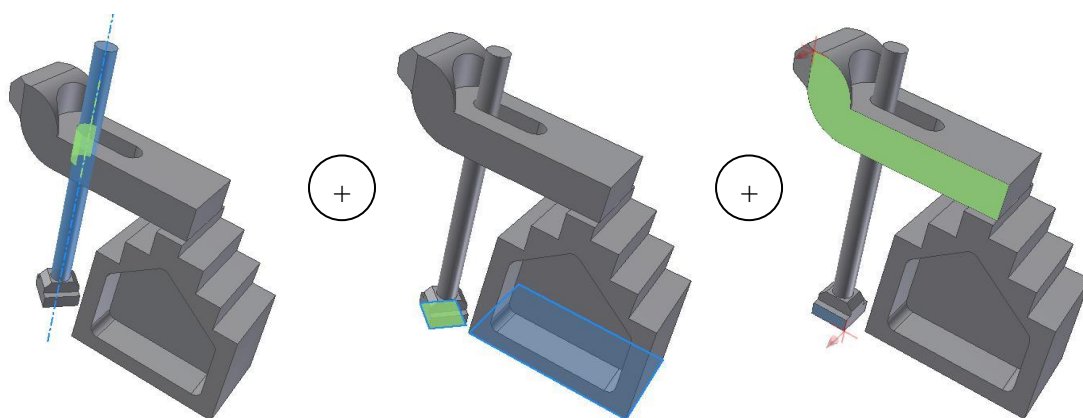
Obr. 16 Stupňovitý stojan.

Ve styku se stojanem je pouze zalomená upínka, proto byla vložena jako další v pořadí (obr. 17). K jejímu zavazbení byla použita vazba proti sobě.



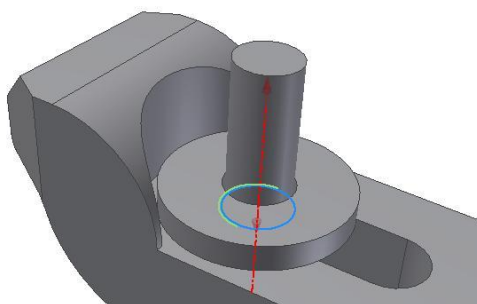
Obr. 17 Vazbení zalomené upínky ke stojanu.

Jak lze vidět z obrázku, k zapořování upínky tak, aby se nepohybovala, byly zapotřebí tři vazby. U prvních dvou vazeb bylo využito rovinných ploch obou modelů a na poslední jejich rovin XZ rozdělující modely na souměrné poloviny. Další vloženou a zavazbenou součástí byl T-šroub (obr. 18).



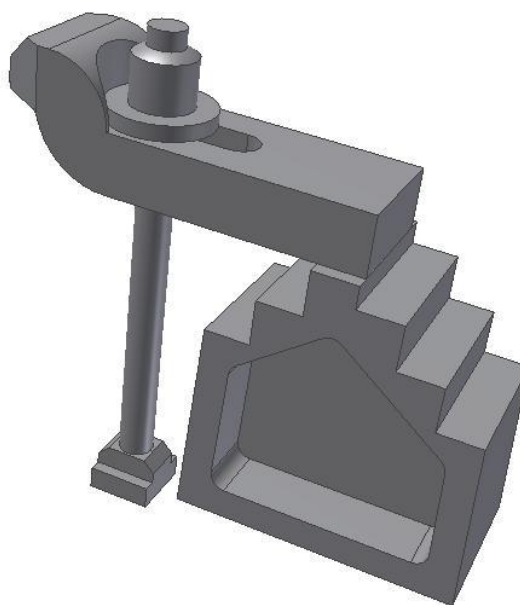
Obr. 18 Zavazbení T-šroubu.

Nejprve byl šroub zavazben svou osou k ose oblouku v otvoru upínky. Dále byla použita vazba mezi dolní plochou stojanu a čelní plochou hlavy šroubu, kde byla nastavena hodnota jejich vzájemné vzdálenosti (dle hloubky T-drážky na stole stroje). Nakonec byla použita úhlová vazba mezi boční plochou upínky a hlavy šroubu, kde byla nastavena hodnota úhlu na nulu. Následuje vložení a zavazbení podložky pro matici (obr. 19).



Obr. 19 Zavazbení podložky.

Pro zavazbení podložky byla použita vazba s názvem vložit. Pro vazbu byla vybrána spodní kružnice hrany otvoru podložky a horní hrana ve tvaru půlkruhu otvoru v upínce. Poslední vloženou součástí byla matice, která byla zavazbena k podložce stejným způsobem jako podložka k upínce. Po zavazbení matice je sestava kompletní (obr. 20).



Obr. 20 Sestava upínky.

Vytváření sestav v programu Inventor je velmi rychlé a snadné.

2.3 Souhrn vytvořených upínačů obrobků

Na trhu je velké množství upínačů, které mohou být mechanické, hydraulické, pneumatické a magnetické. V této práci je věnována pozornost hlavně mechanickému upínání obrobků, které je dalo by se říct tím neklasičtějším.

Vytvořené upínače byly modelovány dle produktů německé firmy SCHUNK Intec s.r.o. [6], polské firmy BISON-BIAL S.A. (český distributor této firmy je firma ZJP s.r.o. [7]) a německé firmy AMF (v česku zastupovaná společností NAROS spol. s.r.o. [8]).

Databáze obsahuje tyto prvky:

- Svěráky,
- Sklíčidla.
- Upínky, T-šrouby, T-matice, podložky a podpěry.

Dohromady bylo vytvořeno 47 modelů.

Každý soubor upínače je popsán názvem upínače, označením (výrobcem nebo normou) a nastavenou velikostí pro upínanou součást. Upínače jsou vytvářeny pro možné využití ve výuce FSI VUT v Brně.

Více informací o upínačích je k nalezení v příloze této práce.

3 TVORBA UPÍNAČŮ FRÉZOVACÍCH NÁSTROJŮ

Upínače nástrojů byly vytvářeny přímo v programu PowerMILL 2012.

3.1 PowerMILL

PowerMILL je CAM systém nejvyšší třídy umožňující obrábění komplexních součástí frézováním. Je obzvláště vhodný pro obrábění částí forem a komponentů do automobilového a leteckého průmyslu. Bez problému si poradí s jakoukoli součástí od 2.5D až po 5 os souvisle. [9]

Klíčové vlastnosti PowerMILL CNC programování: [9]

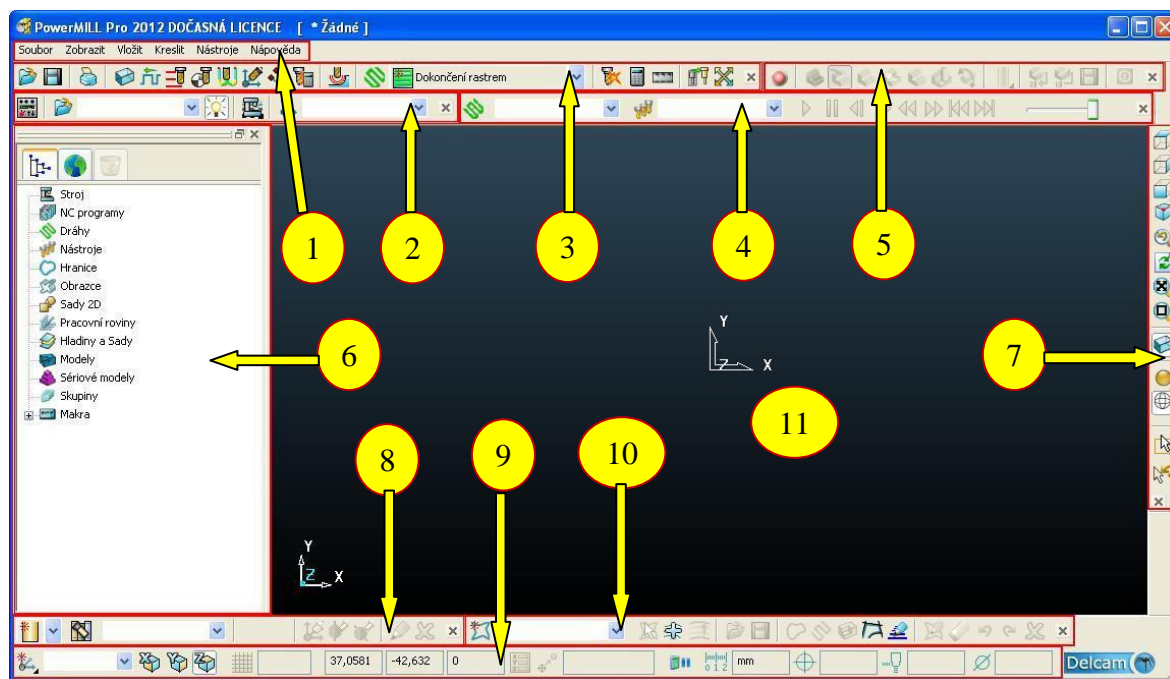
- Systém pojímá model jako celek, bez ohledu nato kolik obsahuje ploch, popřípadě kolik ploch je vybráno pro obrábění. Tento přístup vede k velmi rychlému výpočtu drah obrábění i u rozměrných modelů a hlavně ke kontrole kolize modelu během celého procesu obrábění.
- Velmi silná editace dráhy nástroje včetně editace všech nájezdů a výjezdů dráhy nástroje. Při úpravách nedochází k opětovnému přepočtu celé dráhy, ale pouze k aktualizaci změněných nájezdů. Výsledkem je výrazná úspora výpočtových časů.
- PowerMILL podporuje 11 typů nástrojů s možností jejich uložení do síťové databáze a to včetně řezných podmínek měnících se s ohledem na zvolenou technologii a materiál polotovaru.
- Na jednotlivé plochy modelu lze aplikovat rozdílné přídavky, popřít plochu nastavit jako upínku. Tato plocha potom nebude obráběna, ale bude kontrolována proti kolizi. Nastavení zvláště radiálního a axiálního přídavku u všech technologií je samozřejmostí.
- Více než 30 obráběcích technologií pro dokonalé obrobení jakéhokoliv tvaru.
- Veškeré pohyby nástroje je možné animovat, simulovat odebrání materiálu, popřípadě si zjistit zbytkový materiál, který je třeba ještě obrobit.
- Základní instalace obsahuje přes 40 postprocesorů pro všechny známé řídicí systémy. Postprocesory je možné libovolně upravovat dle přání uživatele.
- Celý systém si lze přizpůsobit pomocí šablon, maker a VB programů.

PowerMILL podporuje velkou řadu formátů mimo své vlastní. Vyjmenovány jsou zde pouze výměnné formáty, které lze vytvořit programem Autodesk Inventor. Jsou to formáty IGES, STEP a STL.

3.2 Tvorba upínačů

Na ukázkou tvorby upínače byl vybrán upínač TENDO SDF firmy SCHUNK Intec s.r.o. Upínač je hydraulický rozpínací pro stopkové frézy o průměru 12 mm. Za použití kleštin je možné upínat frézy o průměrech v rozmezí 3 – 12 mm. Upínač byl vytvořen pro stroj MCV 1210 používaným na FSI VUT v Brně s typem upínání HSK-A 63.

Po otevření programu PowerMILL se zobrazí jeho pracovní prostředí (obr. 21).



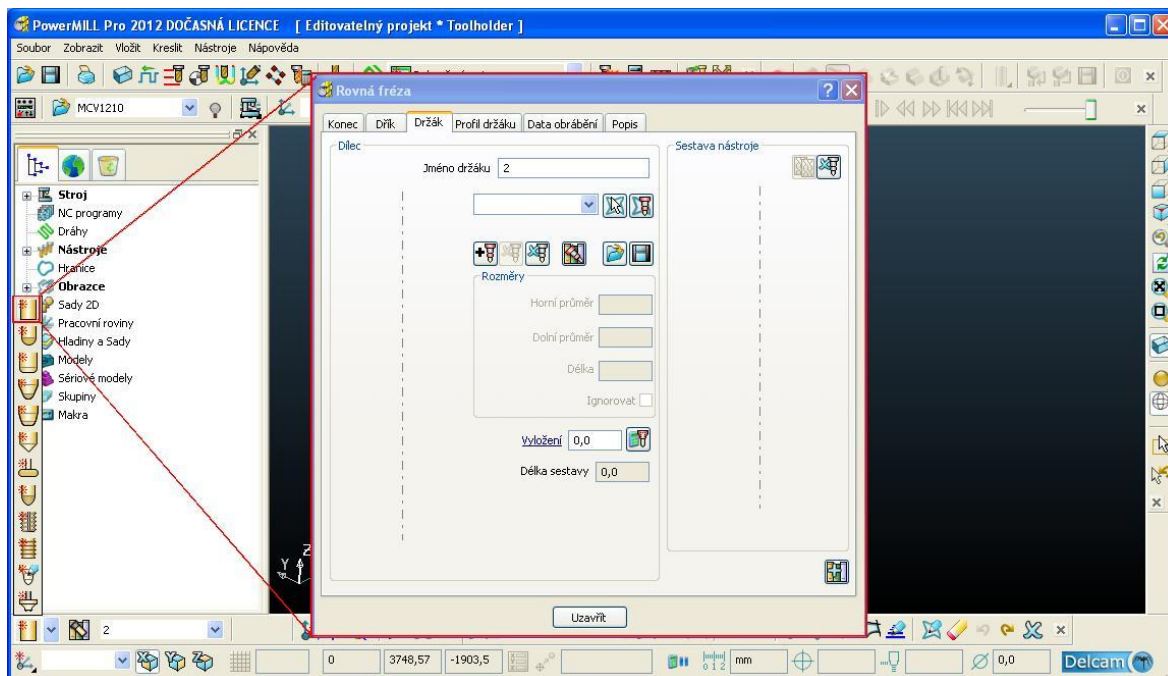
Obr. 21 Pracovní prostředí PowerMILLu.

Vysvětlivky:

1. Hlavní menu.
2. Simulace a vkládání stroje.
3. Hlavní panel nástrojů.
4. Simulace pohybu nástroje.
5. ViewMILL – pro vizualizaci.
6. Strom prohlížeče.
7. Panel pro změny pohledů.
8. Panel tvorby nástrojů.
9. Informační panel.
10. Panel tvorby obrazců.
11. Pracovní plocha.

Pro zobrazení více panelů je možné kliknout v hlavním menu na ‚zobrazit – lišty‘.

Upínač se vytváří spolu s nástrojem, tudíž se rozbalí nabídka tvorby nástroje, vybere se libovolný typ nástroje (obr. 22) a po otevření okna pro tvorbu se klepne na třetí záložku s názvem držák.



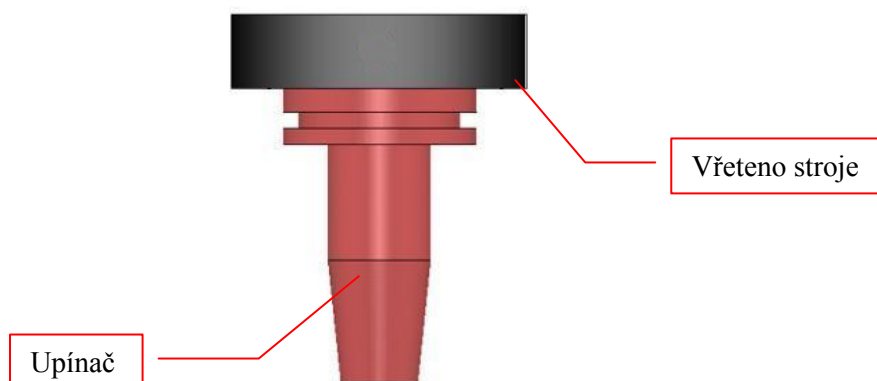
Obr. 22 Rozbalení okna pro tvorbu nástroje s upínačem.

Jsou dva možné způsoby vytvoření upínače. Prvním z nich je skládání upínače z jednotlivých částí pomocí ikony 'přidat část držáku'. Po klepnutí na tuto ikonu se vloží válec, který je možné upravit pomocí zadání jeho výšky, horního a dolního průměru. Je možné pouze zadávat dolní průměr stejný nebo menší nežli horní průměr. Horní průměr menší než dolní průměr nelze vytvořit. Po požadované úpravě první vložené části držáku se vloží další část, která je umístěna pod již vloženou část – upínač se vytváří shora dolů. Jak je patrné, upínač lze tímto způsobem vytvářet pouze pomocí válců a komolých kuželů, tudíž nelze vytvářet složitější tvary (zaoblení atd.). Dalším způsobem vytvoření upínače je nakreslení obrysu upínače na pracovní ploše (obrazce) a jeho následným přenesením do okna tvorby pomocí ikony 'vybrat obrazec'. Tímto způsobem je možné vytvořit upínač libovolných tvarů. Po vložení obrazce je možné dále přidávat části držáku prvním způsobem (obrazec lze vložit jen jednou a to na počátku tvorby upínače v případě kombinaci těchto dvou možností).

Z důvodu vytváření více typů upínačů se stejnou stopkou, byla tato stopka pro urychlení práce vytvořena pomocí obrazce. Zbytek upínače se dále vytvářel ikonou 'přidat část držáku'.

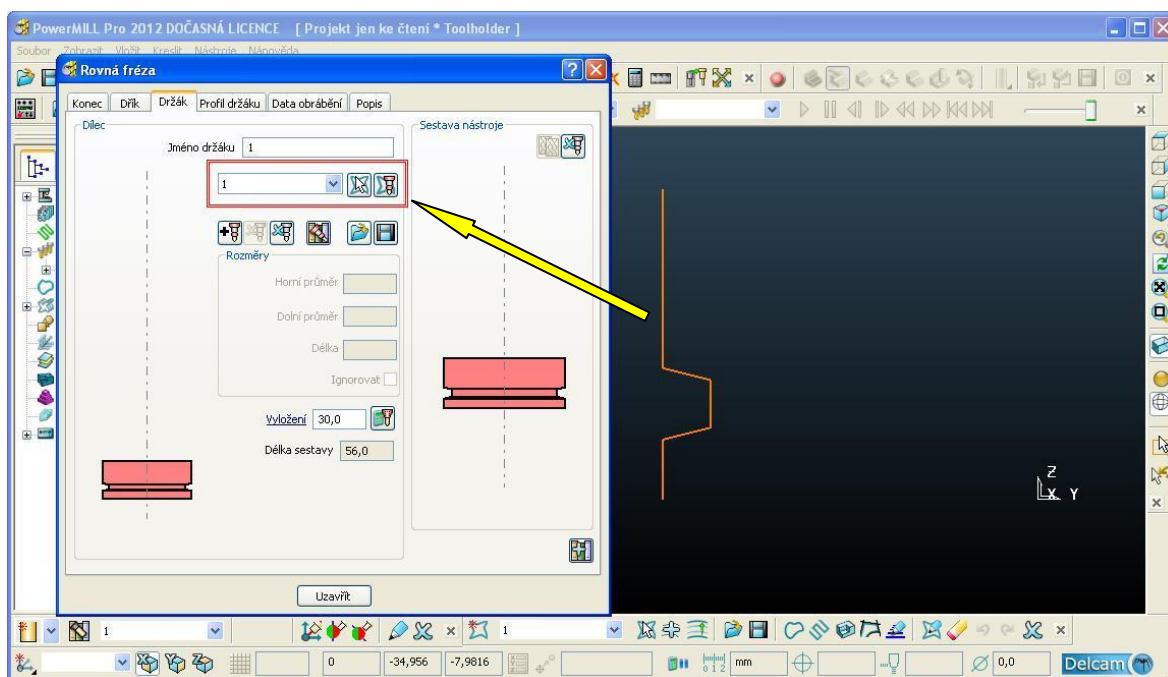
Obrazec se vytváří klepnutím pravého tlačítka ve stromu prohlížeče na ikonu 'obrazec' a dále se vybere možnost 'vytvořit obrazec'. V panelu pro tvorbu obrazců se odemkne ikona 'editor křivky'. Po klepnutí na tuto ikonu se otevře nový panel pro tvorbu křivky. Panel pro tvorbu křivky obsahuje základní kreslicí pomůcky jako je úsečka, kružnice, spline atd. Kreslení v PowerMILLu je neparametrické, tudíž je nutné kreslit přesně na konečný tvar. Pro zadávání souřadnic se využívá ikona s názvem 'otevřít tabulku pozicování' v informačním panelu.

Vytváří se pouze ta část upínače, která zasahuje mimo vřeteno stroje (obr. 23).



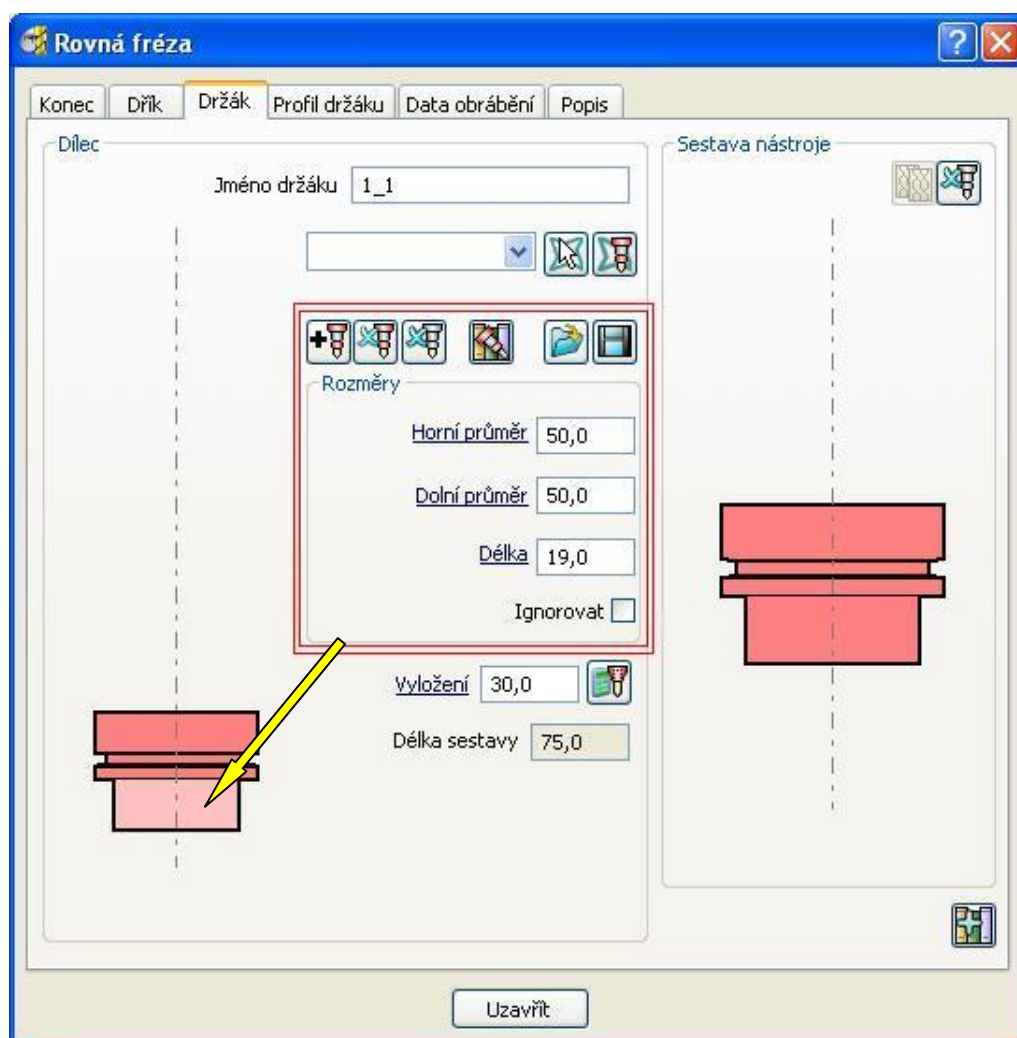
Obr. 23 Vytvářená část upínače.

Byl tedy vytvořen obrys stopky upínače za pomoci obrazce. Obrys byl vytvořen v rovině YZ, kde osa Z představuje osu rotace upínače. Tento obrazec byl dále přenesen do okna vytváření upínače (obr. 24) pomocí ikony ‚vybrat obrazec‘ a ‚vytvořit držák z vybraného obrazce‘.



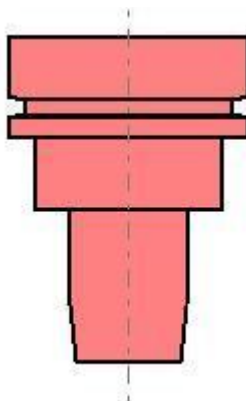
Obr. 24 Tvorba stopky upínače pomocí obrazce.

Dále se v tvorbě upínače pokračovalo pouze vkládáním válců a komolých kuželů pomocí ikony ‚přidat část držáku‘ (obr. 25).



Obr. 25 Tvorba zbytku upínače vkládáním válců a komolých kuželů.

Po zhotovení upínače (obr. 26) se napíše jeho jméno a uloží se buď do databáze nástrojů (spolu s vytvořeným nástrojem), nebo samostatně do libovolné složky v PC ikonou uložit. Vyložení nástroje se zadává v poli ,vyložení', také je zde informace o délce celé sestavy.



Obr. 26 Hotový upínač.

3.3 Souhrn vytvořených upínačů nástrojů

Upínače nástrojů byly vytvářeny se stopkami ISO 40 a HSK 63, které jsou používány na strojích FSI VUT v Brně. Podkladem pro tvorbu upínačů stopkových fréz byly produkty firmy SCHUNK Intec s.r.o. [6]. Pro nástrčné frézy byly vytvořeny upínače podle produktů firmy Pramet Tools s.r.o. [10].

Firma SCHUNK nabízí tyto typy upínání:

- TENDO – hydraulický.
- SINO – přesný universální.
- TRIBOS – deformační.
- CELSIO – tepelný.
- BIG – kleštinový.

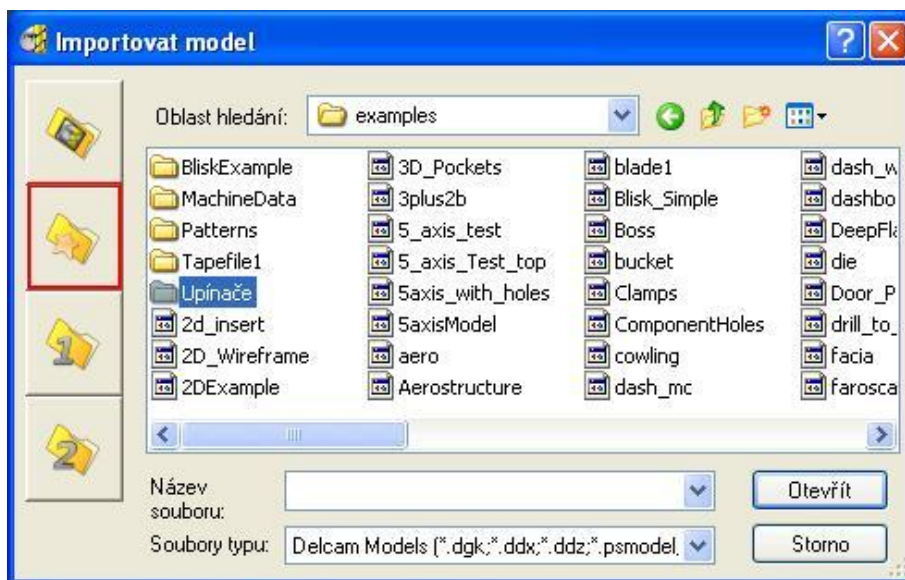
Celkem bylo vytvořeno 25 různých upínačů.

Každý soubor upínače je pojmenován svým názvem, označením (výrobce) a velikostí upínaného nástroje.

Více informací o upínačích je k nalezení v příloze této práce.

4 STRUKTURA DATABÁZE UPÍNAČŮ

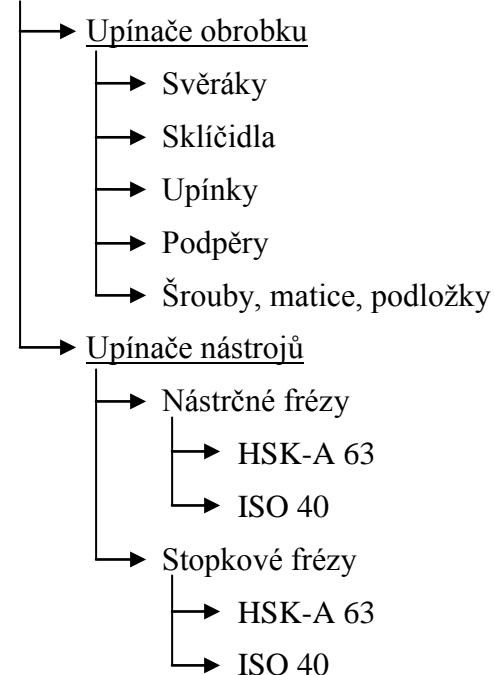
Složka se všemi vytvořenými upínači byla přenesena do instalační složky PowerMILLu a to do složky s názvem examples: D:\Programy\Delcam\PowerMILL 13.0.06\file\examples. Po vložení souboru upínačů do této složky se urychlí jejich hledání při vkládání, jelikož po klepnutí na ikonu vložit model se otevře okno (obr. 27), kde pouze stačí klepnout na ikonu označenou na obrázku červeným rámečkem. Nacházejí se zde i různé cvičné modely pro obrábění a modely strojů, které byly vloženy do PC při instalaci programu.



Obr. 27 Okno vkládání modelů.

Byla navržena tato struktura:

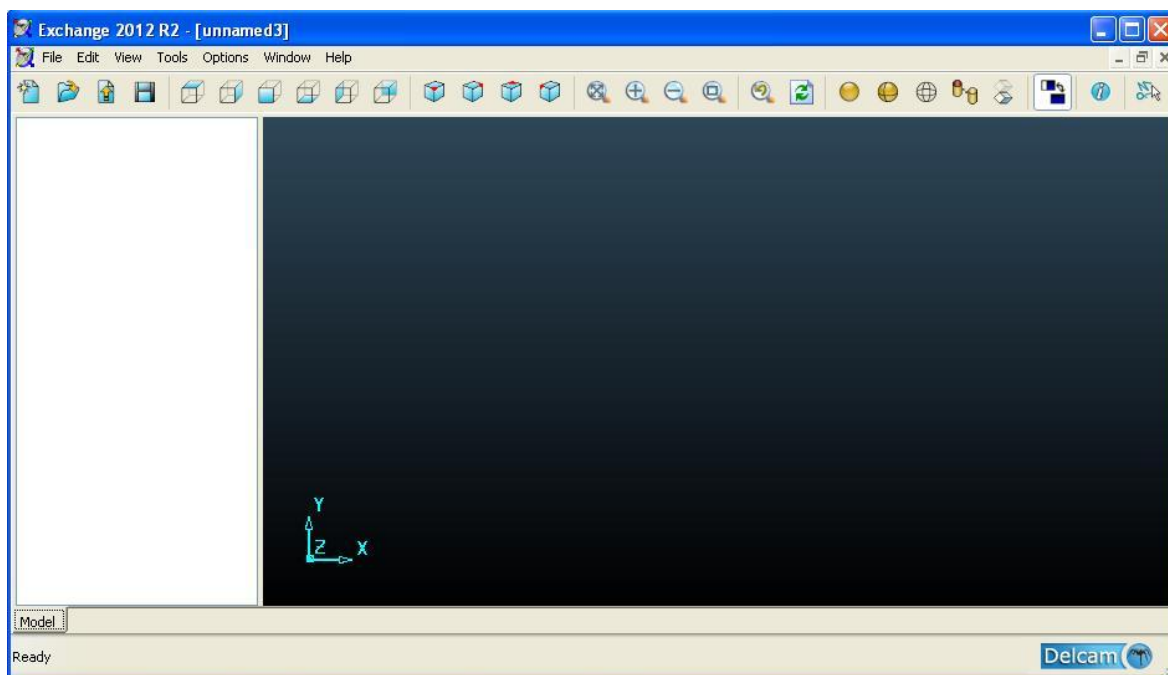
Upínače



5 OVĚŘENÍ MOŽNOSTÍ IMPORTOVANÝCH MODELŮ DO PROGRAMU POWERMILL

Ještě před vložením modelu do programu PowerMILL musí být zajištěna podpora daného formátu. Pokud není, firma Delcam poskytuje externí překladač dat „Exchange“ (obr. 28). V tomto překladači lze PowerMILLe nepodporované formáty přeložit do jemu vlastních, nebo výměnných formátů. Formáty, které PowerMILL využívá pro své modely, mají příponu dgk a dmt. Soubor s příponou dgk reprezentuje plošné těleso, které se využívá jako konečný tvar obrobku. Soubor s příponou dmt reprezentuje objemové těleso využívané jako polotovar pro obrábění.

Všechny vytvořené upínače byly přeloženy do formátu s příponou dgk.

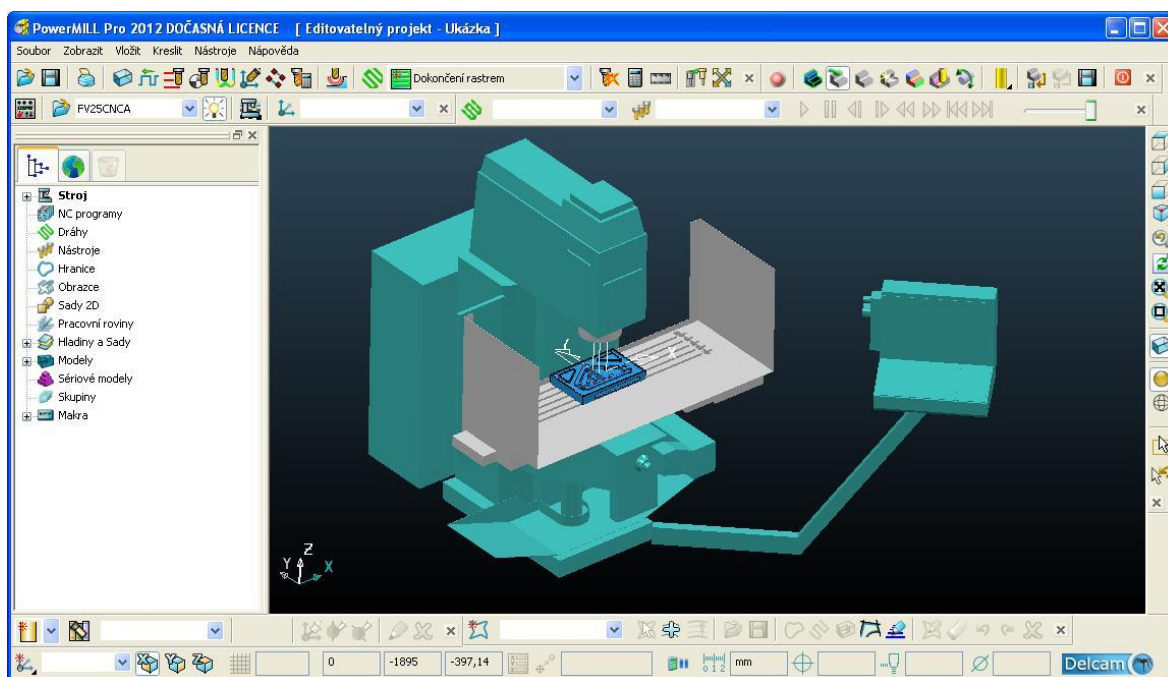


Obr. 28 Delcam Exchange.

Práce s programem Exchange je velmi jednoduchá. Model se vloží ikonou „import“ (třetí zleva), nebo přetažením souboru myši na pracovní plochu. Dále stačí klepnout na ikonu „export“ (čtvrtá zleva), vybrat výsledný formát a uložit.

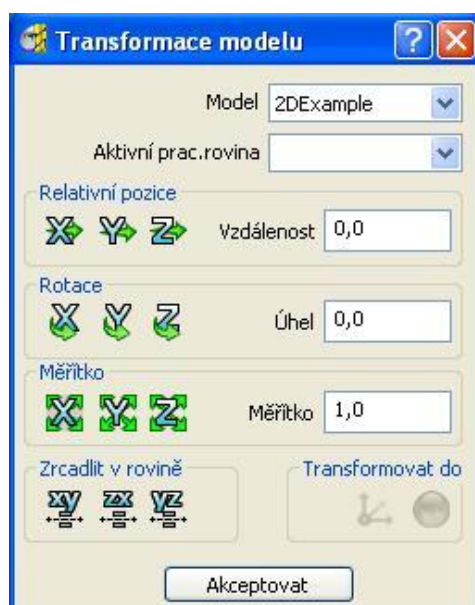
Pro ukázkou využití importovaných modelů byla zvolena součást vložena do PC při instalaci programu s názvem 2DExample (ve složce examples). Pro upnutí obrobku byla zvolena jednoduchá upínka spolu s T-šroubem, maticí, podložkou a podpěrou. Tyto modely se do programu vloží klepnutím myši na nabídku „soubor“ v roletovém menu a zvolí se nabídka „import modelu“. Pro úplnost sestavy musí být vložen i stroj a nástroj s upínačem. Stroj se importuje pomocí panelu pro simulaci a import stroje (viz. obr. 21). Nástroj se vytváří pomocí panelu pro tvorbu nástrojů, kde se také vytváří, nebo vkládá upínač nástroje. Při jakémkoli importu (modelu, stroje, upínače nástroje) se zobrazuje stejný vyhledávač zobrazený na obrázku č. 27.

Jako první byl vložen stroj. Frézka je 3-osá s názvem FV 25 CNC A (požívaná na FSI VUT v Brně). Hned poté byla vložena ukázková součást (modře) (obr. 29).



Obr. 29 Stroj s obrobkem.

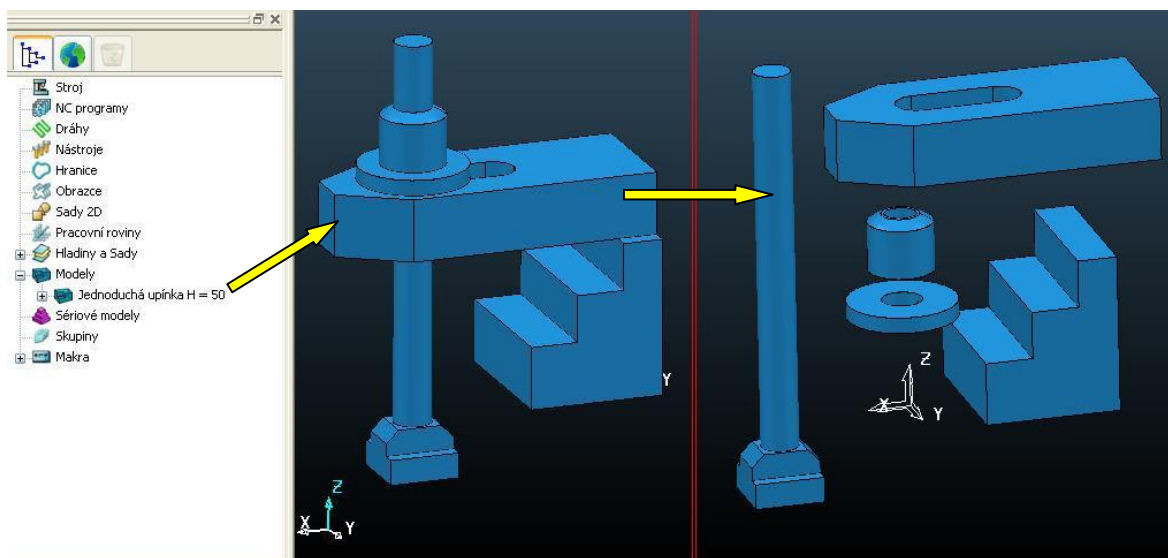
Model se vždy nevloží správně natočen nebo napolohován. Od toho tu jsou tzv. transformace, pomocí kterých je možné model posouvat, natáčet, zrcadlit a měnit mu měřítko (obr. 30). Transformace se otevřou klepnutím pravého tlačítka na vložený model (ať už na pracovní ploše nebo ve stromu prohlížeče), najetím kurzorem myši na nabídku „upravit“ a dále se zvolí „transformovat“. Pomůckou pro transformaci modelu je ikona „měření“ pro odměřování vzdáleností. Ikona se nachází v hlavním panelu nástrojů.



Obr. 30 Okno transformací.

Poté co byl model řádně zapolohován (tak, aby seděl na ploše stolu frézky atd.) se vložily upínky.

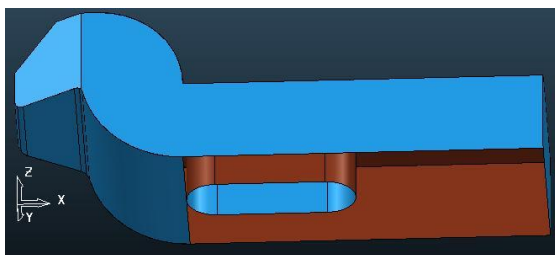
Je možných více způsobů vložení upínače. První může být vložení upínače vytvořeného CAD programem jako jeden díl (viz. 2.2.1). V tomto případě je nutné při změně velikosti obráběné součásti změnit např. rozpětí čelistí u svěráku v CAD programu a znovu model upínače importovat do CAM programu. Druhý způsob je vytvořit upínač z více dílů (např. pevná část svěráku a pohyblivá čelist) a tyto díly pak postupně vkládat do PowerMILLu a pomocí transformací je skládat dohromady. Tento způsob však může být velmi zdoluhavý u upínače s více díly. Poslední možností je vytvořit upínač z jednotlivých dílů a poskládat z nich v CAD programu sestavu (viz. 2.2.2). Tento způsob je velmi výhodný u upínačů z více dílů – je vkládán do programu jako jeden model, což také šetří místo ve stromu prohlížeče (po rozkliknutí nabídky „modely“). Takto vytvořený model lze pomocí transformací rozebrat na jednotlivé díly (obr. 31).



Obr. 31 Rozložení sestavy na jednotlivé díly.

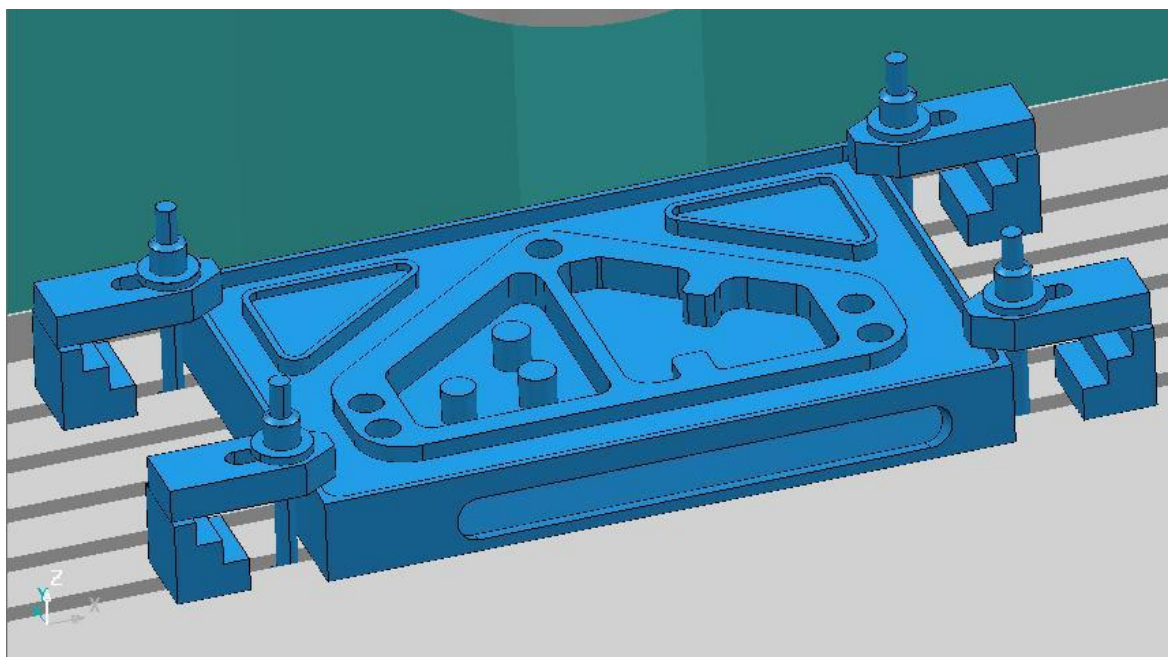
Aby mohla být sestava rozložena, musí se označit všechny plochy dané součásti sestavy, čímž se budou transformace týkat pouze označených ploch.

Při vkládání modelů může dojít také k tomu, že některá plocha modelu chybí (obr. 32). Většinou je to dané způsobem modelování upínače a jeho přeložením do jiného formátu. Tato chyba může být odstraněna tím, že se model vytvoří jiným způsobem (za použití jiných příkazů v CADu), nebo pokud to CAM program umožňuje, tuto plochu vytvořit v něm.



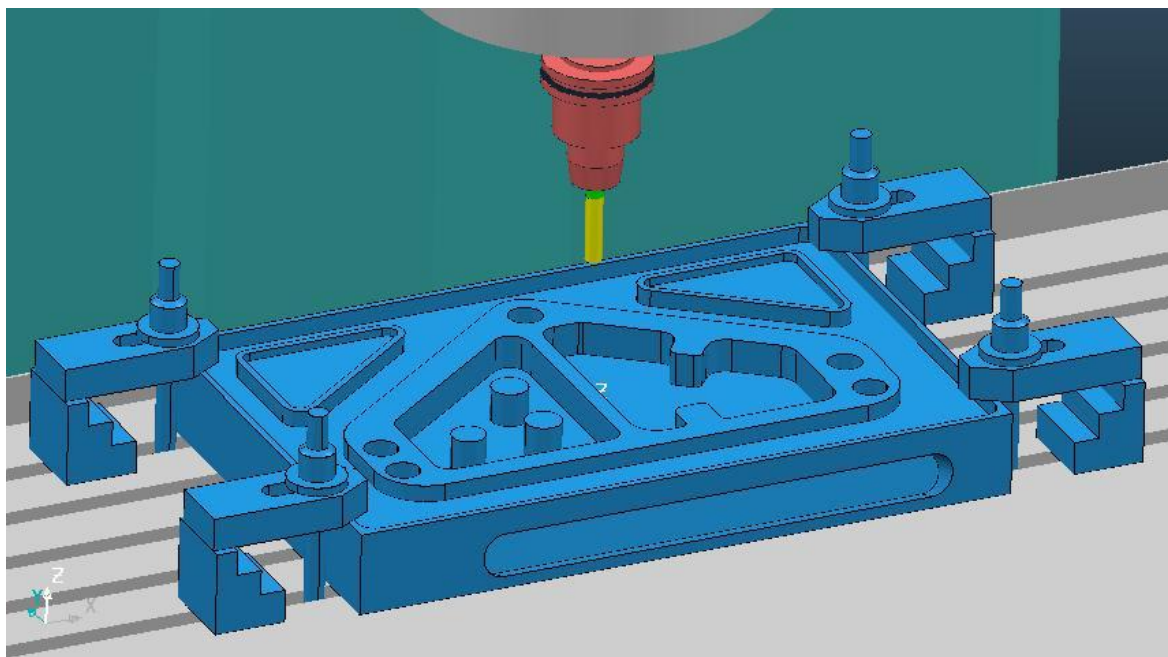
Obr. 32 Chybějící plocha modelu.

Byly tedy vloženy upínky a pomocí transformací umístěny na požadované místo (obr. 33).



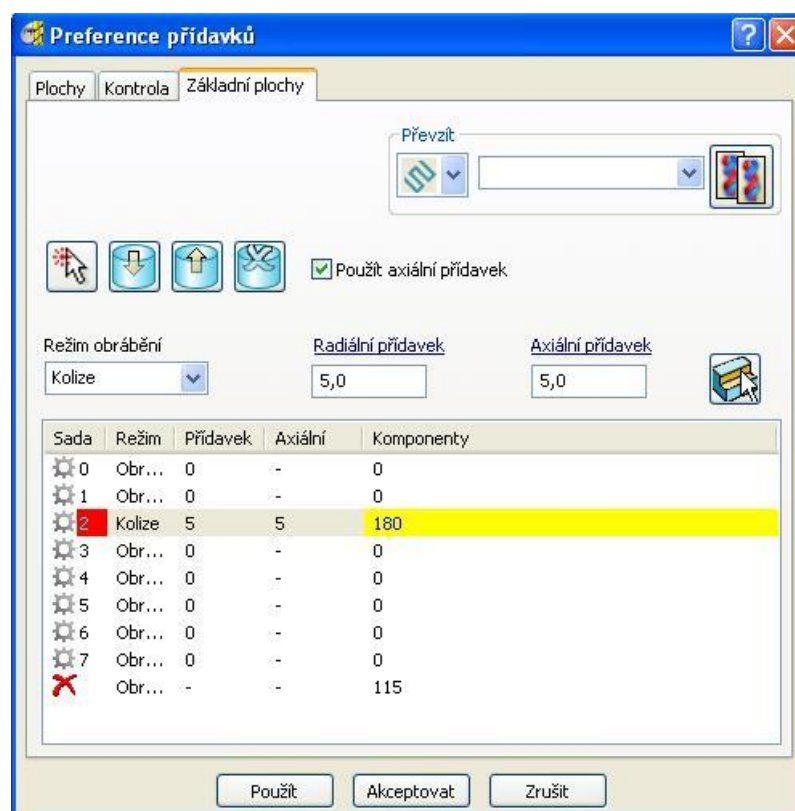
Obr. 33 Obrobek s upínači.

Pro kompletnost sestavy už chybí pouze nástroj s upínačem. Nástroj se vkládá přes panel tvorby nástroje, jak již bylo zmíněno dříve (viz. obr. 22). Upínač byl importován z vytvořené databáze pomocí ikony „nahrát držák nástroje“ v okně pro jeho tvorbu (viz. obr. 22). Po vložení nástroje s upínačem (obr. 34) je sestava kompletní a může se začít s přípravami na obrábění.



Obr. 34 Hotová sestava S-N-O.

Prvním krokem v přípravě pro obrábění bylo zadání přídavek upínačům (obr. 34.). Přídávky se vkládají ikonou „výchozí přídávky“ v hlavním panelu nástrojů.



Obr. 35 Okno přidavků.

Pro zadání přidavků se označí plochy na modelech upínek, kterým chceme přidavky přiřadit. Když jsou všechny plochy označené, vybere se jejich barva (sada č.2 – červená), která je bude reprezentovat při změně zobrazení v panelu změn pohledů na ‚stínování dle základního přidavku‘. Poté co je vybrána barva, klepne se na ikonu ‚získat komponenty‘ a označené plochy se započítají mezi komponenty vybrané barvy. Dále stačí jen přepnout políčko ‚režim obrábění‘ na ‚kolize‘ a zadat požadovaný přidavek na plochu v milimetrech do oken ‚radiální‘ a ‚axiální‘ přidavek. Nakonec se klepne na tlačítko ‚akceptovat‘ a tím jsou přidavky použity.

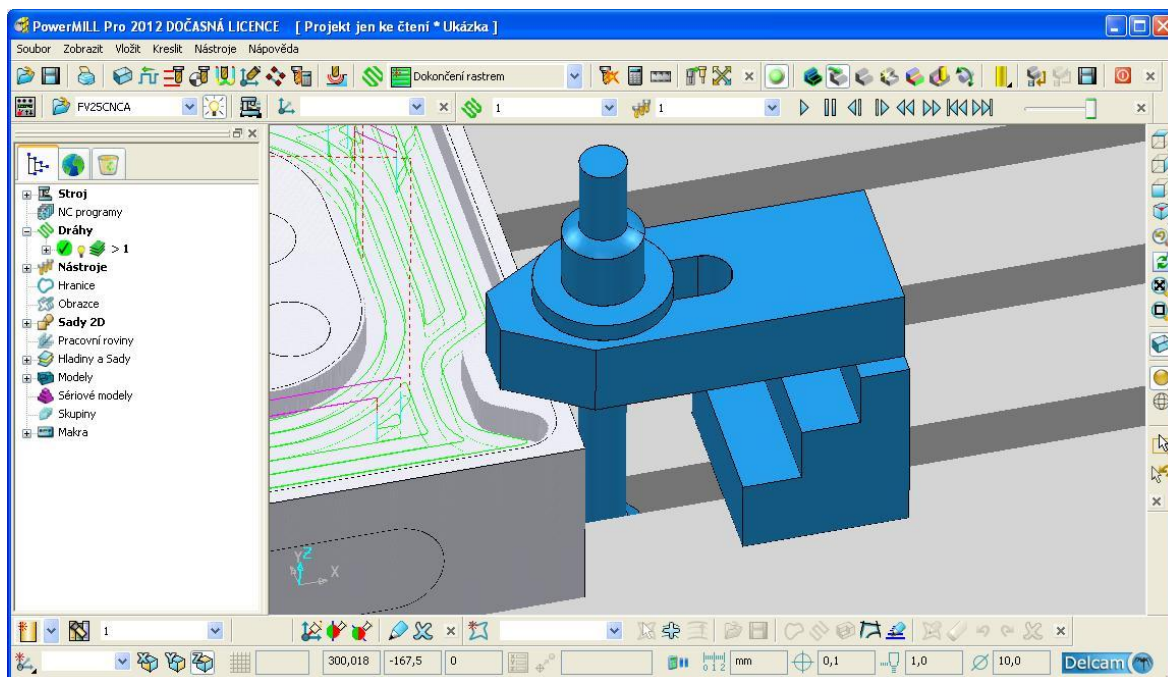
Dalším krokem je zapnutí automatického ověřování kolizí (obr. 36).



Obr. 36 Okno pro zapnutí ověřování kolizí.

Okno zapnutí ověření kolizí se spustí klepnutím myši na ikonu ‚automatické ověření‘ v hlavním panelu nástrojů. V tomto okně se pouze zaškrtně políčko ‚automatická kontrola kolize‘ a nastaví se přidavek dříku a upínače nástroje.

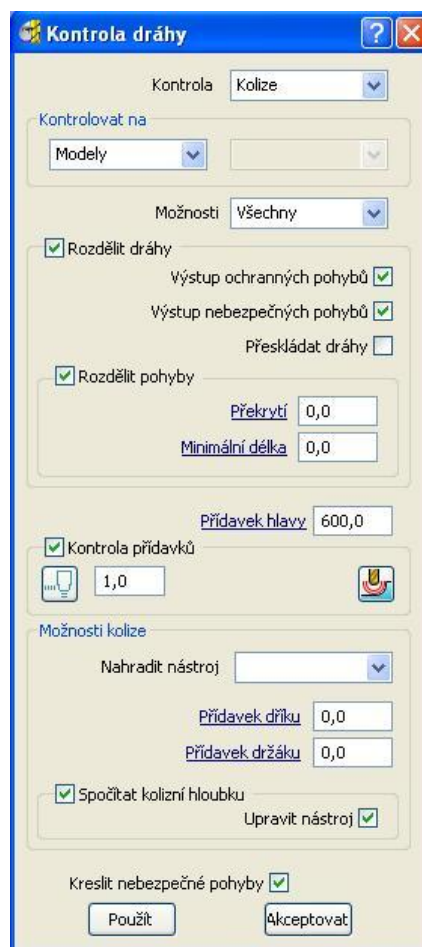
Po tomto kroku už je možné začít bezpečně obrábět. Nastavil se polotovár, parametry obrábění (otáčky, posuv, atd.) a vybrala se strategie obrábění 3D hrubování modelu, která vytvořila dráhu nástroje. Z vytvořené dráhy a po odsimulování obrábění lze vidět, jak se nástroj upínačem vyhnul (obr. 37). Bezpečně vytvořená dráha nástroje je označena ve stromu prohlížeče fajfkou v zeleném kroužku.



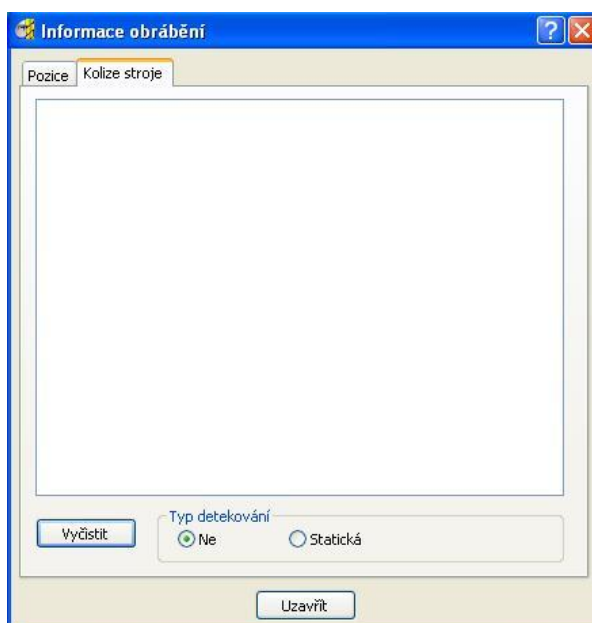
Obr. 37 Vytvořený přidavek okolo upínky.

Vytvořenou dráhu lze ještě jednou zkontrolovat. Okno kontroly (obr. 38) se zapíná pomocí ikony ‚kontrola dráhy‘ v hlavním panelu nástrojů. V okně kontroly lze nastavit spousta proměnných. Když kontrola zjistí kolizi, vytvoří novou bezkolizní dráhu nebo nástroj.

Zkontrolovat lze i kolize mezi pohyblivými a nepohyblivými částmi stroje. Okno kontroly kolizí stroje (obr. 39) se zapne ikonou ‚zapnout zobrazení stroje‘ v panelu pro import stroje. Bohužel tato kontrola nelze spustit s dočasnou licencí programu.



Obr. 38 Okno kontroly dráhy.



Obr. 39 Okno kontroly kolize stroje.

ZÁVĚR

První kapitola práce se zabývá CAD/CAM technologiemi. Je zde popsán důvod vzniku této technologie až po dnešní použití. Dále jsou zde popsány jednotlivé způsoby geometrického modelování – drátové, plošné a objemové a jejich možnosti využití v CAM softwarech. Důležitou informací jsou zde také možnosti vytváření modelu – parametrické modelování, neparametrické modelování, modelování s historií a bez historie vzniku modelu atd. Zmíněny jsou i výměnné formáty, které jsou velmi důležité při nutnosti výměny dat mezi odlišnými CAD softwary, nebo mezi CAD a CAM softwarem, kdy jsou CAD data základem pro práci s CAM softwarem. V podkapitole CAM technologie je vysvětleno její použití a jednoduché rozdělení CAM softwarů.

V druhé kapitole je uvedena názorná ukázka tvorby upínacích prvků obrobku pomocí CAD softwaru Autodesk Inventor 2012, který využívá parametrického modelování. Byla vytvořena databáze upínačů o počtu čtyřiceti sedmi modelů. Tato databáze upínačů byla vytvořena pro práci se softwarem PowerMILL 2012 v této práci, dále také s možným využitím při výuce tohoto programu na FSI VUT v Brně.

Třetí kapitola se zabývá tvorbou upínačů fréz přímo v CAM softwaru PowerMILL. Uvedeny jsou dva možné způsoby vytvoření upínače, kdy jedním způsobem je upínač vytvořen jednoduchými tvary (skládáním válců nebo komolých kuželů na sebe), kdežto druhým způsobem lze vytvořit upínač libovolného tvaru. Taktéž jak v druhé kapitole byla vytvořena databáze o dvaceti pěti různých upínačích, rozdělených dle typu upínací stopky (HSK nebo ISO) a dle toho, jestli jsou pro nástrčnou nebo stopkovou frézu.

V předposlední kapitole je znázorněna celková struktura vytvořené databáze upínačů a její případné umístění v PC pro rychlý přístup při používání softwaru PowerMILL.

Závěrem této práce je ověření možností vytvořených modelů upínačů při práci se softwarem PowerMILL. Do PowerMILLu byla vložena celková sestava stroj-nástroj-obrobek + upínače. Upínačům se nejdříve zadaly přídavky (minimální vzdálenost, na kterou se k nim může nástroj přiblížit) a poté byla vypočítána dráha řezného nástroje, která se vytvořila bez kolizí díky nastaveným přídávkům na upínačích. Po vytvoření dráhy nástroje je možné provést další kontrolu kolizí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. XU, Xun. *Integrating Advanced Computer-Aided Design, Manufacturing, and Numerical Control: Principles and Implementations*. IGI Global, 2009. 397 s. ISBN 978-1-59904-716-4.
2. RADHAKRISHNAN, P., S. SUBRAMANYAN a V. RAJU. *CAD/CAM/CIM*. 3rd edition. New Age International (P) Ltd., Publishers, 2008. 673 s. ISBN (13) 978-81-224-2711-0.
3. STROUD, Ian. *Solid Modeling and CAD Systems: How to Survive a CAD System*. Springer, 2011. 689 s. ISBN 978-0-85729-259-9.
4. SAXENA, Anupam a Birendra SAHAY. *Computer Aided Engineering Design*. Springer, 2005. 393 s. ISBN 1-4020-2555-6.
5. Autodesk, Inc. *Autodesk Inventor* [online]. [vid. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/pc/index?siteID=551663&id=14579603>
6. SCHUNK Intec, s.r.o. *Upínací technika* [online]. [vid. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.cz.schunk.com/schunk/schunk_websites/products/products_level_1_overview_typ6.html?country=CZE&lngCode=CZ&lngCode2=DE
7. ZJP, s.r.o. *Strojní a zámečnické svěráky* [online]. [vid. 2012-03-20]. Dostupné z: http://www.zjp.cz/upload/File/3_sveraky_web_version_CZ.pdf
8. NAROS spol. s.r.o. *Mechanické upínací prvky* [online]. [vid. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.naros.cz/katalog/katalog-MUP-2006.pdf>
9. DELCAM BRNO, s.r.o. *PowerMILL – 3-osé frézování* [online]. [vid. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://www.delcam.cz/produkty/powermill/3-ose-frezovani/>
10. PRAMET TOOLS, s.r.o. *Katalogy obrábění* [online]. [vid. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/indexc1b6.html#letak>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
2D	[-]	Dvojrozměrný prostor
3D	[-]	Trojrozměrný prostor
3DXML	[-]	3D extensible markup language
CAD	[-]	Computer-aided design
CAM	[-]	Computer-aided manufacturing
CAPP	[-]	Computer-aided proces planning
CAx	[-]	Computer-aided technologies
CNC	[-]	Computer numerical control
DXF	[-]	Drawing exchange format
GKS	[-]	Graphic kernel system
IGES	[-]	Initial graphic exchange specification
PDES	[-]	Product data exchange specification
PHIGS	[-]	Programmer's hierarchical interactive graphic system
STEP	[-]	Standard for the exchange of product model data
STL	[-]	Stereolithography
VDA	[-]	Verband der automobilindustrie
XML	[-]	Extensible markup language

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Seznam vytvořených upínačů
Příloha 2 Databáze vytvořených modelů upínačů – na CD